THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY
555.9
In2m
v.1
MAY 13 1963
LIBRARY USE ONLY

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/memoiresduservic11indo

ÉTUDE GÉOLOGIQUE DU YUN-NAN ORIENTAL

MÉMOIRES DU SERVICE GÉOLOGIQUE DE L'INDOCHINE

VOLUME I

FASCICULE I

ETUDE GEOLOGIQUE DU YUN-NAN ORIENTAL

PAR

J. DEPRAT et H. MANSUY

Géologues du Service Géologique de l'Indochine

Ire PARTIE

GÉOLOGIE GÉNÉRALE

PAR

J. DEPRAT

DOCTEUR ÈS-SCIENCES

GÉOLOGUE PRINCIPAL DU SERVICE GÉOLOGIQUE DE L'INDOCHINE

HANOI HAIPHONG

Imprimerie d'Extrême-Orient

1912

95547
I.v.2
v.1

ERRATA

Page XII ligne 42 *lire* 1 : 2.000.000 *au lieu de* 1 : 200.000.

Page 9 ligne 46 *lire :* Trias accidentel *au lieu de* Trias Occidental.

Page 12 ligne 3 après « étude géologique » *lire* virgule *et non* point virgule.

Page 13 lignes 37 et 38 *lire :* provoquant la succession....., qui se sont encombrées.

Page 14 ligne 9 *lire :* correspondent *au lieu de* correspondant.

Page 24 ligne 9 *lire :* gouffre *au lieu de* goulfres.

Page 25 ligne 12 supprimer le point après Mi-leu.

Page 29 ligne 13 *lire :* virgule après plis *et non* point virgule.

Page 34 ligne 21 *lire :* Pleistocène *au lieu de* Pleinstocène.

Page 39 ligne 39 *lire :* 3.000 *au lieu de* 300.

Page 45 *lire* : Yao-téou *et non* Lao-teou.

Page 92 ligne 35 *lire :* var. *sinensis* Kayser *au lieu de* Mansuy.

Page 93 ligne 16 *lire :* var. *sinensis* Kayser *au lieu de* Mansuy.

Page 105 ligne 10 *lire : Lonsdaleia salinaria au lieu de Lonsdaleia satinaria.*

Page 110 ligne 30 *lire : Athyris* cf. *subtilita* Hall *au lieu de* Mall.

Page 115 ligne 31 *lire : Athyris* cf. *subtilita* Hall *au lieu de* Moll.

Page 121 ligne 18 *lire : Lithostrotion loatienense au lieu de Lithostrotion loatiensis.*

Page 122 dernière ligne *lire : Chaetetes au lieu de Chactetes.*

Page 145 dans le tableau 4e colonne *lire : Schw. princeps et non princepts.*

Page 169 note en bas de page *lire :* Soc. *au lieu de* Loc.

Page 186 ligne 14 *lire :* changement de faciès *au lieu de* changement faciès.

Page 203 dans le tableau, note nº 2 *lire* : t_1a *au lieu de* t1a.

Page 204 1er titre *lire :* Série néotriasique *au lieu de* Système néotriasique.

Page 217 ligne 25 *lire :* très gréseuses *au lieu de* grès gréseuses.

Page 225 ligne 30 *lire* : var. *obsoleta* Mansuy *au lieu de* Fisch et Dautz.

ligne 40 supprimer : *Melania Aubryana* Heude.

Page 300 dans la figure *lire :* Yun-ling-chann *au lieu de* Yung-tien-chann.

A la Mémoire vénérée d'Auguste-Michel Lévy

A notre honoré Maître M. H. Douillé

Membre de l'Institut

Hommage de profonde reconnaissance des auteurs

AVERTISSEMENT

Le 1^er^ Volume des Mémoires du Service Géologique de l'Indochine comprendra quatre fascicules. Les trois premiers seront consacrés à l'étude géologique du Yun-nan oriental, le quatrième à l'étude de matériaux recueillis au Laos et au Tonkin dans la période 1907 à 1910.

Préface

Le Service Géologique et le Service des Mines de l'Indochine française, destines à se prêter un mutuel appui, forment les deux branches d'une même circonscription administrative dont j'ai l'honneur d'être le Chef. — C'est à ce titre que je présente au public les Mémoires de MM. Deprat & Mansuy sur la géologie du Yun-nan oriental, qui doivent constituer dans notre pensée le premier volume des Mémoires du Service géologique de l'Indochine. Je dois noter cependant qu'il existe déjà une publication officielle du Service parue en 1908 sous le titre de *Contribution à la Carte géologique de l'Indochine*, *Paléontologie par* Mansuy, *géologue du Service des Mines*, et que les Mémoires de la Société géologique de France, publiés en 1907, contiennent trois *Notes* sur la Géologie de l'Indochine par MM. Zeil, Lantenois et De Lamothe.

La Mission de MM. Deprat et Mansuy a été organisée par ordre de M. le Gouverneur Général Klobukowski, après que M. Bourgeois, Délégué du Ministère des Affaires étrangères à Yun-nan-fou, eut obtenu l'assentiment des autorités chinoises. Les études sur le terrain ont eu lieu aux cours des années 1909 et 1910. Elles se sont étendues sur une vaste région de quarante mille kilomètres carrés, formant entre Mong-tseu et la boucle du Fleuve Bleu une bande de quatre cents kilomètres de longueur et cent kilomètres de largeur environ. Le pays est très accidenté, particulièrement au Nord de Yun-nan-fou, où les altitudes atteignent 4.000 mètres. Les explorateurs ont fait preuve, en le parcourant, d'une belle énergie. La Mission a été toutefois facilitée dans une certaine mesure par l'ouverture de la nouvelle voie ferrée de Lao-kay à Yun-nan-fou, qui est, comme on le sait, le prolongement de la voie ferrée de Haiphong à Lao-kay. Au moment où s'achevait la construction de cette ligne qui établit la liaison économique du Tonkin français et du Yun-nan chinois, il a paru opportun que le Service Géologique de l'Indochine poussât, en quelque sorte, une pointe de reconnaissance au delà du domaine qui lui est habituellement dévolu. — Aussi bien, l'étude géologique de la Chine présente un intérêt véritablement mondial, et il était bon que les Français vinssent apporter leur contribution à l'édifice si noblement construit par leurs illustres devanciers : l'Allemand Von Richthofen, le Hongrois Von Loczy et les Américains de la Mission Carnegie.

Au point de vue même de l'étude géologique de l'Indochine française, l'étude géologique du Yun-nan aura de grands avantages. — Les mêmes terrains se retrouvent dans les deux pays, constitués par la série primaire, le début de la série secondaire et le tertiaire lacustre. Au Yun-nan les fossiles abondent, l'observation du sol est rendue particulièrement aisée par suite de sa dénudation qui donne à ce pays l'aspect d'un « écorché anatomique », selon la pittoresque image que j'ai entendu Marcel Bertrand appliquer à l'Algérie. En Indochine, au contraire, s'il est vrai que les fossiles sont infiniment plus abondants qu'on ne l'a cru à l'origine, nos observations sont cependant contrariées par la flore tropicale qui masque le plus souvent les terrains en place. Les séries stratigraphiques si complètes, si précises, que MM Deprat et Mansuy ont établies au Yun-nan, seront certainement d'un grand secours pour la classification de nos terrains indochinois. J'ajouterai que les phénomènes tectoniques qu'on observe dans les deux pays ont, comme il fallait s'y attendre, une étroite dépendance mutuelle. Dans une magnifique synthèse, M. Deprat nous a montré la grande vague orogénique post-secondaire qui, partie du Sseu-tchoan, est venue se briser contre le massif cristallophyllien et primaire du Haut-Tonkin. Nos études de géologie indochinoise nous laissent entrevoir, dès maintenant, que le même effort de poussée s'est continué, en s'affaiblissant, du Nord au Sud

de l'Indochine à travers le terrain secondaire, et que les massifs primaires et cristallophylliens qui percent en îlots géographiques de toutes étendues, le manteau de ces terrains secondaires, ont formé le *cadre résistant* contre lequel est venu mourir l'effort de poussée. — L'unité tectonique de l'Indochine et du Yun-nan nous est ainsi révélée. — De ce côté encore, les travaux de MM. Deprat et Mansuy auront des conséquences très heureuses pour l'avancement futur des études géologiques indochinoises. Ils découvrent finalement, à nos regards, un coin jusqu'à ce jour très peu exploré de la « *Face de la Terre* ».

L'Académie des Sciences a décerné, en 1911, le prix Tchihatcheff à MM. Deprat et Mansuy, pour leurs travaux sur le Yun-nan.

Hanoi, le 1er novembre 1911.

H. LANTENOIS,

Ingénieur en Chef des Mines,
Chef de la Circonscription des Mines de l'Indochine.

ÉTUDE GÉOLOGIQUE DU YUN-NAN ORIENTAL

1re PARTIE

GÉOLOGIE GÉNÉRALE

Par

J. DEPRAT,

DOCTEUR ÈS-SCIENCES

Avant-propos

Au cours de l'année 1909, sur l'initiative de M. Lantenois, *Ingénieur en Chef du Service des Mines de l'Indochine, et de M.* Jullidière, *Directeur général des Travaux publics, après décision favorable de M.* Klobukowski, *Gouverneur général de l'Indochine, des pourparlers furent engagés avec les autorités chinoises, afin d'obtenir de ces dernières l'autorisation d'envoyer une Mission géologique au Yun-nan. Grâce au bienveillant appui de M.* Bourgeois, *Délégué du Ministère des Affaires étrangères à Yun-nan-fou, les négociations eurent une favorable issue, et dès le début de novembre 1909, la Mission put gagner le Yun-nan et commencer ses travaux.*

Je dois adresser ici tous mes remerciements à M. le Consul général Bourgeois *qui sut obtenir pour nous toutes facilités de la part du Gouvernement de Yun-nan-fou, et à son successeur, M.* Wilden; *aux autorités consulaires de Mong-tseu et de Ho-kéou, MM.* Flayelle *et* Dupont, *auprès de qui nous avons toujours trouvé le meilleur accueil.*

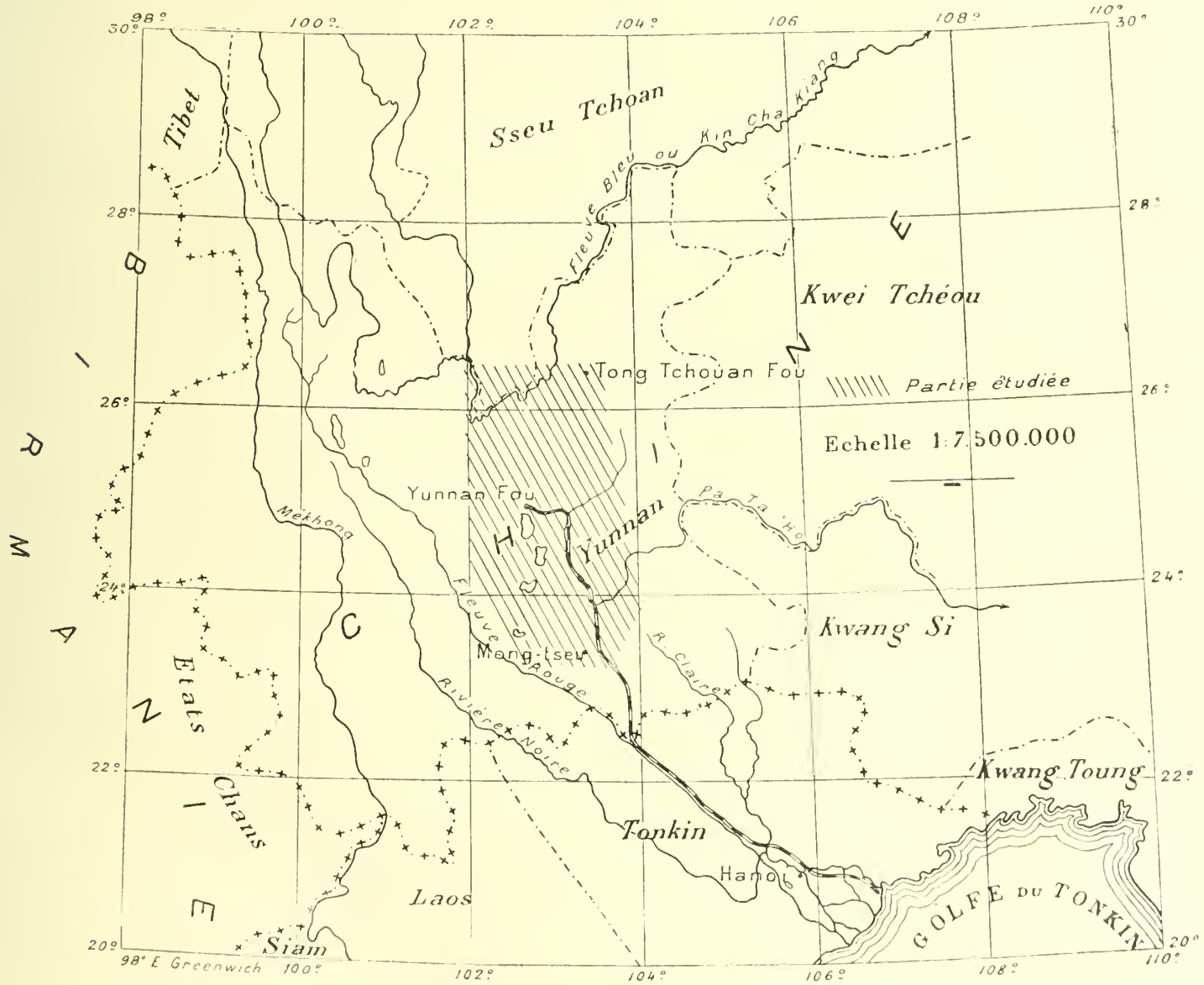
A mes excellents amis, MM. Barbage, Pierlot *et* de Mecquenem, *j'exprimerai toute ma gratitude pour l'aide précieuse que j'ai toujours trouvée chaque fois que les circonstances m'ont amené à recourir à eux.*

Nous avons toujours été favorablement accueillis par les agents de la Société française de construction du Chemin de fer du Yun-nan et ensuite par le personnel de la Compagnie d'exploitation. Je tiens notamment à exprimer notre reconnaissance à MM. Le Bourhis, Bodin *et* Chemin-Dupontès. *Je prie également MM.* Jonery *et* Niflis *qui, à diverses reprises, se sont mis de la façon la plus amicale à notre disposition, d'agréer nos vifs remerciements.*

Introduction

Les travaux de la Mission se sont répartis de la façon suivante : M. Mansuy étudia d'une façon très détaillée les coupes fournies par la ligne ferrée, de Mong-tseu à Yun-nan-fou, en poussant une pointe jusqu'à Tou-tza, à l'E. de la ligne.

De mon côté, j'explorai toute la région située entre Mong-tseu et Yun-nan-fou dans la première partie de mes courses. Puis, j'étendis mes recherches au N. en parcourant la région de hauts sommets, complètement inexplorée, qui, au S. du Fleuve Bleu, prolonge les Alpes du Sseu-tchoan. Je dressai ainsi une carte géologique au 1:200.000e de cet ensemble. L'étude des hautes régions avoisinant le Fleuve Bleu fut particulièrement pénible par suite du froid, de l'altitude considérable et des grosses difficultés rencontrées pour passer avec une caravane.



D'une façon générale les conditions pour l'étude géologique sont favorables au Yun-Nan, si l'on néglige les difficultés inhérentes à la défectuosité ou souvent même à l'absence de chemins ; l'observateur, comme dans la plupart des pays chinois du reste, est grandement aidé dans sa tâche par le déboisement intense.

Mes explorations se sont poursuivies du début de novembre 1909 à la fin d'octobre 1910, et j'ai pu les compléter pendant l'été de 1911. Je dois avouer que jamais aucune difficulté ne m'est venue de la part des populations yunnanaises et que j'ai trouvé d'une façon générale la plus grande courtoisie et l'aide nécessaire chez les autorités chinoises. J'ai conservé le même personnel chinois de mafous et de coolies durant tout mon séjour et j'ai constamment éprouvé de leur part la même bonne volonté. Dans ces bonnes conditions, j'ai pu me livrer à mes recherches avec tout le soin désirable, même dans les régions les plus difficiles. Les itinéraires furent aussi nombreux que possible, et des stations prolongées furent faites aux points particulièrement intéressants. J'ai pu ainsi obtenir des délimitations stratigraphiques assez précises ; de nombreux gisements fossilifères furent reconnus, circonstance favorable dans une région dont la Tectonique est remarquablement compliquée, où abondent les charriages et les séries renversées. L'étude des faunes recueillies dans chaque horizon a été faite avec une grande compétence par mon collaborateur et ami, M. Mansuy, guidé par les précieux conseils de M. H. Douvillé; cette étude prendra place dans la deuxième partie de cet ouvrage.

J'étais accompagné par M. Saramon, du Service Géographique, qui m'avait été adjoint comme topographe. Il releva une grande quantité d'itinéraires. Ces derniers ont été groupés avec ceux relevés antérieurement par Grillières, de Vaulxerre, Duclos, de Batz, Schreder. L'assemblage a été fait à Hanoi par les soins dévoués de M. U. Margheriti, du Service Géologique d'Indochine, à qui je me plais à adresser mes remerciements affectueux pour son précieux concours ; cet ensemble a servi de base à la carte géologique au 1:200.000e.

J'ai cru devoir exécuter une carte hypsométrique au 1 : 500.000e de la région étudiée ; elle a été dressée d'après mes notes personnelles et les cotes extrêmement nombreuses relevées au cours de la Mission. Les différentes teintes représentent l'équidistance des courbes de 500 mètres. Malgré son échelle réduite, cette carte donne une idée très suffisamment complète des directions orographiques.

L'étude du Yun-nan m'a révélé des faits inattendus au point de vue tectonique, non seulement concernant le Yun-nan même, mais ses rapports avec le reste de la Chine et avec l'Indochine. Du reste, seules les missions Leclère et Lantenois ont apporté des renseignements géologiques sur la région que nous avons explorée. Les travaux de Von Loczy, jusqu'à présent les seuls vraiment importants qui aient paru sur la Chine occidentale, ont à peine effleuré la Géologie yunnanaise, et, à cette heure, ce sont surtout des renseignements commerciaux ou topographiques qui nous sont parvenus.

Il sortirait du cadre de cette étude d'analyser ce genre de travaux dont une liste très complète a été récemment donnée par M. Brenier, ancien Directeur de la Mission lyonnaise d'exploration commerciale en Chine, dans un fort intéressant travail de critique et d'analyse (1). J'énumérerai simplement les principales publications concernant ce sujet.

Principales publications concernant l'exploration du Yun-nan oriental.

1873 Francis Garnier : *Voyage d'exploration en Indochine* (Mission Doudart de Lagrée, Exploration du Mé-Kong). Paris, Hachette.
1879 E. Rocher : *La province chinoise du Yun-nan*. Paris, E. Leroux.
1891 Bonvalot : *De Paris au Tonkin par le Tibet inconnu*. Paris, Hachette.
1893 Dr Pichon : *Voyage au Yun-nan*. Paris, Plon.
1898 Ch. E. Bonin : *(Itinéraire de Yun-nan fou à Tchen-tou-fou)* Bull. Soc. Géogr. 4e trim..
id. *Mission lyonnaise d'exploration commerciale en Chine*. Lyon, Rey, 1898.
1899 Cel Friquegnon : *Carte de la Chine méridionale au 1 : 200.000e*.
id. Marcel Monnier : *Tour d'Asie* (2 chapitres sur le Yun-nan, pp. 213-351). Paris, Plon.

(1) *Un livre anglais sur le Yun-nan et l'exploration française de la province*. Bull. Ecole franç. d'Extrême-Orient, janvier 1910.

1900 Madrolle : *Itinéraire dans l'O. de la Chine*. Paris, Challamel.
1901 De Vaulxerre. *A travers le Yun-nan*.
1903 Lt Grillières : La Géographie, 2e sem..
1904 — — 1er sem.
id. Gervais Courtellemont : *Voyage au Yun-nan*. Paris, Plon.
1909 Major H. R. Davies : *Yun-nan, the link between India and the Yang-tse*; Cambridge, University press. 1909 ; 1 vol. in 8o, 73 phot. 1 carte.
1910 Schreder: Levé de la ligne ferrée de Mong-tseu à Yun-nan fou (carte à l'échelle de 1: 200.000e de la Cie française du Chemin de fer du Yun-nan).
id. H. Brenier : *Un livre anglais sur le Yun-nan et l'exploration française de la province*. Bullet. de l'Ecole française d'Extrême-Orient, no de Janvier.

La liste des publications concernant la Géologie yunnanaise est particulièrement courte. Je la donnerai en abordant l'étude stratigraphique de la région et en comparant mes résultats avec ceux de mes devanciers.

1re Section — Aperçu Géographique

Le Yun-nan oriental n'a pas encore été représenté dans une carte d'ensemble à une échelle suffisante, de sorte que pour permettre au lecteur de se rendre compte des faits exposés dans la partie géologique de ce Mémoire, je crois nécessaire de donner une esquisse de la Géographie physique de la région avant d'aborder l'étude purement stratigraphique.

L'étude des phénomènes géologiques et du modelé tel qu'il apparaît actuellement à nos yeux sont absolument inséparables au point qu'ici comme dans bien d'autres régions, il serait bien difficile d'établir le départ de ce qui revient aux études géographiques proprement dites ou au contraire à la Géologie pure. L'étude des cycles d'érosion, par exemple, est, comme je l'ai déjà signalé (1), absolument fondamentale pour la compréhension du réseau hydrographique yunnanais, et de l'orographie comme du reste de tous les faisceaux montagneux asiatiques aussi bien que de la Péninsule indochinoise. Je dois à ce sujet, en qualité de géologue asiatique, insister sur la fécondité des belles études de Bailey Willis sur la Chine septentrionale ; j'ai pu observer personnellement dans la Chine méridionale des faits étroitement liés à ceux qu'il a signalés au Nord ; peu à peu nous devrons ainsi voir se modifier les anciennes théories concernant le continent asiatique ; celle des soulèvement récents doit nous apparaître comme nécessaire pour comprendre d'une façon complète la genèse du modelé des hautes terres asiatiques et de certaines de leurs dépendances, telle que la plus grande partie de la Péninsule indochinoise. L'étude des cycles d'érosion est ici féconde en résultats de la plus haute importance ; elle a été complètement négligée jusqu'à présent.

Généralités

Vue d'ensemble

Il est impossible de parler de « l'aspect » du Yun-nan. Cette vaste province chinoise offre des formes très variées. La plupart des auteurs qui s'en sont occupés, à quelque point de vue que ce soit, ont en général employé la désignation de « plateau du Yun-nan ». L'expression paraît impropre ; il y a bien des plateaux au Yun-nan, mais ce sont des formes topographiques plus ou moins localisées et l'ensemble ne peut être considéré comme un vrai plateau. C'est une région dont les directrices tectoniques sont très énergiquement accusées, ainsi que les directions orographiques, du moins d'une façon générale et il existe de véritables chaînes parfaitement individualisées.

Que le Yun-nan ait été autrefois une région fortement travaillée par une pénéplation intense, cela est indiscutable comme nous l'établirons plus loin. Dans sa physionomie actuelle, il offre une multiplicité d'aspects remarquables que nous allons retracer aussi clairement que possible.

Un fait doit à première vue frapper quiconque observe, même sommairement la carte hypsométrique jointe au présent mémoire, c'est la distribution régulièrement croissante des cotes d'altitudes à mesure que l'on se dirige de la frontière tonkinoise vers le Léang-wang-chann (2) sseu-tchoanais (fig. 1, atlas).

---

(1) J. Deprat : *Importance des mouvements épéirogéniques récents dans l'Asie sud-orientale.* C. R. Acad. Sc. t. 152, p. 1527, 29 mai 1911.

(2) Les Chinois désignent sous les noms de Ta-léang-chann ou Léang-wang-chann les montagnes du pays lolo situées à l'O. de la branche dirigée S. O.-N. E. du haut Fleuve Bleu.

Si l'on excepte la haute masse montagneuse qui borde le Fleuve Rouge entre Mong-tseu et Man-hao et le grand mouvement qui sépare le bassin de la haute Rivière Claire de la branche O.-E. du Pa-ta-'ho à l'E. d'A-mi-tchéou, on constate que, d'une façon générale, les cotes sont comprises entre 1.300 et 2.000 m. au S. du Kiou-kiang et à l'E. du Tié-tchen-'ho ; les cotes supérieures à 2.000 m. représentées par la teinte de 2.000 à 2.500 m. apparaissent seulement dans l'angle formé par la branche N.-S. du cours d'eau portant localement le nom de Tié-tchen-'ho et la branche E.-O. ou Si-chann-ta-'ho (1). A l'O. du Tié-tchen-'ho et du Si-chann-ta-'ho, ce sont les cotes comprises entre 2.000 et 2.500 m. qui dominent, les cotes inférieures indiquant toujours des fonds de vallées ou le voisinage immédiat des grands lacs. Localement apparaissent les cotes supérieures de 2.500 à 3.000 m. et même au-dessus, mais ces dernières très exceptionnellement.

Au N.-O. d'une ligne tirée de Yun-nan-fou à Siun-tien-tchéou la carte montre la prédominance de la teinte de 2.500 à 3.000^{m} avec fréquence des cotes de 3.000 à 3.500^{m}, tandis que les cotes inférieures à 2.500^{m} n'apparaissent que dans des vallées profondes. Enfin, au voisinage du haut Fleuve Bleu ou Kin-cha-kiang, l'altitude s'élève fréquemment à 4.000^{m} et même au-dessus.

Il résulte de cette répartition très particulière que le Yun-nan oriental est traversé en écharpe par des zones d'altitude très régulièrement croissantes du S.-S.-E. au N.-N.-O. de sorte que l'ensemble de la région est formé de chaînons montagneux d'altitude augmentant constamment à mesure que l'on se dirige de Mong-tseu vers le haut Fleuve Bleu. Le profil représenté par la figure 1 (atlas) traduit cette structure. Je montrerai plus loin qu'elle est le résultat de mouvements épéirogéniques, oscillations verticales ayant relevé toute l'Asie sud-orientale, avec intensité du relèvement de plus en plus considérable à mesure que l'on avance vers le Tibet.

Le Yun-nan oriental offre des chaînons montagneux bien individualisés, mais en général rapidement interrompus. La carte hypsométrique montre dans toute la partie méridionale et centrale des chaînes parallèles, dont l'ensemble s'oriente du N.-N.-E. au S.-S.-O. et qui coïncident presque toujours avec l'orientation des directrices tectoniques ; dans la région Nord au contraire les lignes orographiques, bien que gardant grosso modo la même direction, deviennent beaucoup plus confuses ; c'est qu'ici des facteurs génétiques du modelé très différents interviennent : l'érosion a dû tenir compte à la fois des directrices de plissements orientées vers le N.-N.-E., de puissantes fractures à peu près N.-S., c'est-à-dire de directions qui se coupent et il en est résulté plus de complexité dans le détail.

Dans la partie occidentale du Yun-nan, il se produit une virgation des directions orographiques : à l'O. de Yun-nan-fou, entre cette ville et la région de Tchou-hiong-fou, les directions sont assez confuses, mais, cependant, on discerne une incurvation rapide qui les amène à être temporairement O.-E., puis dans la région du haut Fleuve Rouge et de Ta-li-fou, l'orientation se fait franchement vers le N.-O.. L'ensemble des faisceaux montagneux du Yun-nan dessine donc entre le coude du haut Mékong dans la région de Yun-tong-tchéou et la province du Kwéi-tchéou un vaste arc de cercle à sommet de plus en plus aigu à mesure que l'on avance vers le Sud. Nous verrons en étudiant la structure des plis que cette vaste virgation orographique est fonction des plissements.

La partie du Yun-nan que nous nous proposons de décrire dans le présent mémoire, est celle où les directions des chaînons montagneux ont l'orientation générale S.-S.-O.

Dans la concavité du grand arc de cercle yunnanais, concavité tournée vers le N. pénètre en se reliant à lui un puissant faisceau montagneux, les Ta-léang-chann des Chinois qui appartiennent à la province du Sseu-tchoan et qui forment l'extrémité du Yun-ling-chann, c'est-à-dire de ce que les cartes européennes qualifient souvent d' « Alpes du Sseu-tchoan ». Les Ta-léang-chann, habitées par les Lolos indépendants pénètrent comme un coin dans le faisceau yunnanais ; elles s'en différencient complètement

(1) D'une façon générale une rivière ne porte jamais au Yun-nan la même dénomination sur tout son parcours. Ainsi le grand cours d'eau tributaire de la rivière de Canton, auquel les Européens donnent ordinairement partout le nom de Pa-ta-'ho, s'appelle Si-chann-ta-'ho jusqu'à Yi-léang, Tié-tchen-'ho d'Yi-léang à son confluent avec le Lin-ngan-'ho, et c'est seulement à partir de là qu'il porte vraiment le nom de Pa-ta-'ho qu'il partage pourtant encore localement avec ceux 'Hong-chouéi-kiang entre Wou-tchéou et Wou-lo-tchai et de Nan-pan-kiang ensuite. Ceci rappelle exactement ce qui se passe dans certains pays d'Europe comme la Sardaigne ou les tronçons successifs d'une même rivière portent des noms différents.

au point de vue géologique et nous verrons que leurs relations tectoniques avec l'arc yunnanais sont extrêmement complexes.

A l'E. les directions orographiques du Yun-nan sont assez simples: c'est une série de chaînons entremêlés de plateaux et s'étalant en éventail vers le Kwéi-tchéou et le Kwang-si. Dans la région de Tong-tchouan-fou ces chaînons très élevés prolongent au N.-N.-E. sans changer de direction la branche orientale de l'arc yunnanais.

Au S. du Yun-nan oriental, on voit se compliquer la structure orographique: dans la région de Mong-tseu des chaînes *normales à la direction* des plissements et sculptées par le creusement du Fleuve Rouge et de ses affluents offrent la direction S.-S.-O. Entre Kai-'hoa-fou et Mong-tseu, dans le bassin du Nan-ti, il n'y a pas, pour ainsi dire, de directions discernables; l'ensemble de la région comprise entre le Nan-ti et la Rivière Claire n'offre vraiment pas de directions orographiques définies; elle est sculptée par l'érosion d'une façon intense, avec faciès karstique accusé. Je montrerai plus loin que les directions tectoniques qui moulent le massif ancien du Haut-Tonkin, y forment des plis largement incurvés autour de ce dernier. Cet ensemble de circonstances a imposé à cette région une topographie remarquablement tourmentée, confuse, où les seuls accidents topographiques nettement alignés sont les étroites et torrentielles vallées du Nan-ti et de la Rivière Claire; ce qui ajoute encore à la confusion, c'est que dans cette partie du Yun-nan formée de hauts pitons calcaires de l'Ouralien et de l'Artinskien très plissés et en outre brisés par de nombreuses failles, il est peu de rivières dont le cours à l'air libre ne soit interrompu souvent d'une façon définitive par leur disparition dans un gouffre d'absorption.

Observations sur les conditions générales du modelé.

Avant de passer à la description des diverses parties du Yun-nan oriental, il me paraît utile d'indiquer succinctement quelques observations sur les caractères du modelé pris par les roches qui les déterminent. En ne prenant parmi les types lithologiques que ceux qui viennent jouer dans le relief un rôle appréciable et en les classant par ordre d'importance, on voit de suite que la prédominance appartient aux terrains sédimentaires, et parmi ceux-ci aux calcaires d'une part, aux terrains argileux et gréseux de l'autre. Les roches éruptives ne jouent vraiment un rôle important que dans le Nord où elles sont, du reste, uniquement représentées par les labradorites, basaltes anciens, diabases, qui forment entre Yun-nan-fou et le Fleuve Bleu une série si puissante.

Les terrains cristallophylliens ne jouent qu'un rôle très restreint, tout au fait au S., dans la région du Fleuve Rouge dont la vallée, par suite de sa profondeur due à la rapidité du creusement provoquée par les mouvements verticaux qui ont créé ses cycles successifs d'érosion, a pu atteindre le substratum cristallophyllien qui englobe une grande part des terrains paléozoïque modifiés.

Roches granitiques et métamorphiques: Les granites apparaissent peu dans le Yun-nan oriental; les granites à mica blanc et à tourmaline du Haut-Tonkin si développés dans les régions d'Ha-giang, Lao-kay ne se montrent que dans la vallée du Fleuve Rouge entre Lao-kay et Man-hao et dans des conditions telles qu'ils n'ont pu influer sur la topographie de la région. Au contraire, au Tonkin où ils prennent une importance considérable en affleurant sur d'énormes surfaces, ils jouent un rôle capital dans le modelé des feuilles de Phong-tho, Lao-kay, Ha-giang, etc.

Un petit pointement de granite à tourmaline apparaît sur la bordure du bassin effondré de Mong tseu, près de Ta-touen; ici encore, il n'a pu jouer un rôle dans la topographie, étant trop peu étendu et apparaissant simplement à la base d'une masse montagneuse, enseveli sous une puissante masse de calcaires ouraliens.

Les terrains métamorphiques, gneiss, micaschistes, etc., ne sont développés que dans le fond de la vallée du Fleuve Rouge, où ils accompagnent les granites précités; de même que pour ces derniers, leur

position les a empêchés de jouer un rôle intéressant dans le modelé, au contraire de ce qui se produit dans la plus grande partie du Tonkin.

Les calcaires dans le Silurien, le Dévonien, le Carbonifèrien et le Trias: Les calcaires jouent dans le modelé de la plus grande partie du Yun-nan un rôle prépondérant, provoquant par la puissance de l'érosion souterraine dans cette région un modelé karstique des plus accusés. Dans le Cambrien, le rôle joué par les calcaires se réduit à la formation de ressauts brusques, d'a-pics bien dessinés, bien que de hauteur médiocre ; ceci, dû à ce que le Cambrien formé en majeure partie de schistes argileux, gréseux ou argilo-gréseux bien lités, contient quelques bancs de calcaire siliceux durs et compacts, amenant des ruptures de pente vigoureusement dessinées ; ces accidents prennent une importance assez marquée dans la région septentrionale, entre Yun-nan-fou et le Fleuve Bleu, là où le Cambrien prend un développement extraordinaire.

Dans le Dévonien qui occupe une grande partie de la région méridionale, il est peu de calcaires francs, la plupart des horizons étant formés de calcaires très marneux que l'érosion sculpte en pentes régulière avec de petites interruptions brusques. Du reste, l'ensemble du Dévonien offre des terrains extrêmement détritiques, avec des changements de faciès rapides sur de faibles distances, d'où une inhomogénéité marquée dans les formations, qui les empêche de donner naissance à des formes topographiques très définies et se suivant sur de grandes longueurs. Cependant, il y a lieu de citer dans le Dévonien yunnanais deux niveaux calcaires localement bien développés: d'abord les calcaires de l'Eifélien qui jouent un rôle marqué dans la formation des gorges du Tié-tchen-'ho, entre Po-shi et Yi-léang et près de Si-tché-yi : ces calcaires légèrement marneux sont coupés par des escarpements verticaux formant canyons ; criblés de diaclases, ils s'écroulent en parallélipipèdes qui encombrent le lit du fleuve; la ligne ferrée passe malheureusement le long du Tié-tchen-'ho, au pied de cette paroi calcaire rendue excessivement dangereuse par le décollement constant d'énormes blocs qui s'abattent sur la voie d'une hauteur considérable. Le deuxième horizon calcaire bien dessiné est celui des calcaires à *Pugnax pugnus* du Dévonien supérieur qui forme entre Po-shi et Mi-leu de hautes buttes dépassant 2.000^{m} occasionnant une bande de pitons vigoureusement sculptés.

Mais ce sont surtout des calcaires carbonifériens qui prennent dans les formes de ces terrains le plus d'importance. Toujours durs et compacts, en masse d'une épaisseur formidable, jamais marneux, leurs énormes bancs impriment à une grande partie du Yun-nan ses caractères essentiels. Dans le Carbonifèrien moyen un niveau calcaire épais de plusieurs centaines de mètres se trouve compris entre deux puissantes séries gréseuses ; ces calcaires, en général blancs, se trouvent faire partie de séries plissées fortement dans la région des lacs ; entre Lin-ngan et Tong-'hai, ils s'alignent en grandes barres à relief accentué dans le cas où les couches sont relevées ou verticales, ailleurs ils sont découpés en énormes gradins sur les flancs des voûtes anticlinales, ou dessinent de belles lignes de crêtes ; sans eux le paysage serait sans variété, car la série grésoschisteuse, fissile, meuble, sans cohésion, n'offrant aucune résistance à l'érosion, présenterait rapidement des formes de maturité.

Dans l'Ouralien et le Permien calcaire qui forment au Yun-nan une série épaisse d'environ 1.500$^{m.}$ *sans aucune intercalation* soit gréseuse, soit argileuse, l'érosion a pu agir différemment ; ces énormes masses sont sculptées en région karstique, bizarre assemblage d'aspect ruiniforme, étrangement découpé et s'étendant sur une superficie considérable ; la grande épaisseur de cette énorme masse calcaire qui va de l'horizon à *Spirifer mosquensis* aux horizons permiens à *Sumatrines*, a permis, grâce aux variations rapides des niveaux de base, à leur déplacement en profondeur, l'établissement d'une remarquable circulation souterraine qui, actuellement, a presqu'entièrement supplanté les réseaux hydrographiques aériens.

Dans le Trias, les calcaires jouent un rôle important ; mais ils alternent avec les formations schisto-gréseuses ou marneuses du Trias inférieur et du Trias supérieur, et, malgré son épaisseur considérable, l'horizon à *Caenothyris vulgaris* ne peut jouer le rôle particulier des masses calcaires ouralopermiennes. Comme les calcaires du Trias moyen s'observent toujours dans des points très plissés, ils offrent toujours l'allure de barres en saillie ; fréquemment interrompus par des fractures, ils occasionnent souvent, dans la région triasique où ils forment des accidents contrastant avec la forme arrondie des sédiments gréseux ou marneux, des regards de failles ou des seuils interrompant les cours d'eau.

Les formations détritiques, grès, marnes, etc. : Les grès de types excessivement variés jouent un rôle important dans la physionomie sculpturale actuelle du Yun-nan. Il faut distinguer les grès compacts, plus ou moins quartziteux, dont le rôle dans la topographie est tout à fait différent de celui des schistes gréseux.

Grès compacts : Ces roches, d'allure plus ou moins arkosique, sont puissamment développées dans le Silurien et surtout de plus en plus à mesure que l'on progresse vers le nord ; dans le Cambrien, surtout au N. de Yun-nan-fou, de grosses masses de grès compacts, quartziteux, offrent à l'érosion une résistance considérable, et dans les vallées, forment des redans ou des canyons bien dessinés ; dans l'Ordovicien des bassins du Tchang-hi-'ho ou du Pou-tou-'ho, les grès à Ganoïdes jouent un rôle extrêmement important ; et les profondes gorges de Tou-mou-nyi, de la partie supérieure du Tchang-hi-'ho, y sont creusées en partie.

Des roches similaires, bien que beaucoup moins épaisses et conservant rarement le même faciès sur de grandes étendues, s'observent dans les grès psammitiques du Moscovien en lentilles parfois suffisantes pour provoquer la formation de petits redans, accidents en somme locaux.

Schistes gréseux : La plus grande partie du Cambrien, de l'Ordovicien, du Dévonien inférieur et supérieur, du Dinantien et du Trias supérieur sont formés par des schistes sableux très fissiles, n'offrant aucune résistance à l'érosion, s'écroulant en petites plaquettes anguleuses et se modelant en formes extrêmement adoucies. Ces formations donnent à toute la région de Trias supérieur du Pa-ta-'ho sa physionomie spéciale que l'on retrouve, du reste, dans toutes les régions cambriennes d'entre Yun-nan-fou et le Fleuve Bleu. Dans les pentes un peu longues, la présence de lits, parfois un peu plus résistants, moins sableux, amène l'existence de bancs en saillie.

Marnes : Les formations marneuses de tout genre, c'est-à-dire plus ou moins gréseuses, parfois calcaireuses, pullulent avec les schistes gréseux et sont la cause des grosses difficultés que l'on éprouve à circuler au Yun-nan lors des grandes pluies, tous les points où elles existent se transformant en fondrières parfois infranchissables ; les affleurements cambriens et triasiques sont surtout caractéristiques à cet égard.

Conglomérats : Il convient d'ajouter à ces influences, celles plus accentuées mais de modelé tout à fait différent, que les puissantes masses de conglomérats appartenant à la fin du Permien ont pu introduire dans le paysage. Leur rôle se fait sentir surtout dans le bassin du Tié-tchen-'ho, de la région de Lou-nan jusqu'aux environs de Lin-ngan ; et dans le détail les gros bancs de poudingues offrent des aspects qui, bien que locaux, ne sont pas négligeables.

Phyllades, schistes lustrés : Ces formations se développent au voisinage du Kin-cha-kiang, dans les grands massifs appartenant aux masses charriées. Elles ont donné naissance dans les hauts sommets à des formes topographiques arrondies, mais dans les vallées, l'aspect est souvent différent ; dans la profonde entaille du Kin-cha-kiang et de ses affluents, elles sont souvent relevées à la verticale sur des hauteurs colossales et la rapidité, avec laquelle les thalwegs se sont approfondis, a provoqué la formation de formidables arêtes, du reste instables, en voie d'écroulement constant par décollement des plans schisteux.

Roches basiques : labradorites, basaltes, diabases : Ces roches qui jouent dans la partie méridionale et centrale de la région étudiée un rôle assez peu important, intervenant seulement localement dans la topographie, prennent au contraire une importance tout à fait marquée dans la région septentrionale ; entre la région des lacs et le haut Fleuve Bleu (Kin-cha-kiang), les éruptions basiques se multiplient et les énormes coulées de diabases, labradorites et basaltes superposées pincées dans des plis de vaste amplitude provoquent l'apparition dans la topographie d'énormes croupes arrondies, s'élevant à une attitude très considérable et contrastant vivement avec les formes juxtaposées des calcaires carbonifériens et permiens. Les régions occupées par ces roches sont ordinairement très stériles, et le caractère dénudé de ces longues cimes arrondies est vraiment caractéristiques. Elles jouent à l'état de déblais un rôle important dans la constitution des énormes cônes de déjection torrentiels, si nombreux dans les vallées tributaires du Fleuve

Bleu (Pou-tou-'ho, Tchang-hi-'ho, Tchouang-tchang-'ho, etc.), qui leur doivent cette teinte sombre qui les fait étrangement ressortir sur la coloration claire des hauts versants calcaires.

Dépôts meubles des bassins lacustres tertiaires et pleistocènes: Les vastes dépressions lacustres pliopleistocènes, encore souvent occupées actuellement par des lacs, vestiges de nappes d'eau beaucoup plus importantes, sont remplies en général par d'épais dépôts arénacés, avec niveaux marneux intercalés, offrant une topographie très spéciale, doucement mamelonnée, avec profondes entailles du type des *barrancos* dans lesquels coulent les torrents, gorges instables, aux parois abruptes s'écroulant constamment par énormes tranches. L'érosion éolienne joue dans ces formations sableuses, parfois très étendue (partie nord du bassin de Mong-tseu, bassin de Lin-ngan, ancien lac de Kouan-in) un rôle non négligeable.

Telles sont au Yun-nan les principales formations capables d'engendrer un type de structure spécial. Mais l'extension des types morphologiques sous cet état élémentaire, bien que souvent très grande comme dans le cas des régions karstiques modelées dans les vastes étendues de calcaires ouralopermiens, peut, au contraire, être restreinte ou modifiée partiellement par la marche de l'érosion elle-même, déviée par les accidents tectoniques, ou la juxtaposition d'éléments très différents, comme dans toutes les régions plissées, d'où l'association de ces derniers pour produire le modelé final.

* * *

Je vais passer maintenant à la description géographique sommaire des différentes régions dont l'ensemble constitue notre champ d'études.

On rencontre une assez grande difficulté, si l'on veut suivre dans une description de ce genre un ordre commandé par les divisions naturelles du pays, car il se trouve qu'ici des divisions bien marquées n'existent pour ainsi dire pas, les différentes régions se fondent l'une dans l'autre par d'insensibles transitions et toute limite est arbitraire. Cependant, pour faciliter au lecteur la compréhension des faits exposés, j'ai tenté d'envisager les grandes divisions suivantes: région de Mong-tseu, formée d'une marqueterie de terrains paléozoïques et triasiques effondrés; région de Mi-leu, à l'est de la grande zone de fractures d'A-mi-tchéou à Tchao-koua, comprenant surtout des terrains triasiques; région de Po-shi, comprenant surtout des terrains paléozoïques et située au sud du parallèle de Yun-nan-fou, entre la région des lacs et la région triasique orientale; région paléozoïque de Siun-tien-tchéou, comprise entre le parallèle de Yun-nan-fou et le Kin-cha-kiang.

Région de Mong-tseu

Je divise cette région comme suit: 1° Région bordière du Haut-Tonkin; 2° Massif de Ko-tiéou; 3° Bassin lacustre de Mong-tseu, occupant en partie la lisière effondrée du massif de Ko-tiéou; 4° Les hauts plateaux de la région comprise entre Mong-tseu et Kai-hoa-fou; 5° Le bourrelet montagneux du Ming-kien-chann.

Région bordière du Haut-Tonkin: La région tout à fait méridionale du Yun-nan oriental, qui borde le Haut-Tonkin, participe encore étroitement à la structure de la partie nord-occidentale de notre colonie. Le Fleuve Rouge, dans la région qui s'étend du sud de Lin-ngan à Lao-kay et son principal affluent, le Nan-ti (1), dans sa partie inférieure, sont vraiment tonkinois. Le Fleuve Rouge qui limite au sud le champ

(1) Beaucoup de cartes dénomment cette rivière Nam-ti; cette désignation est défectueuse, car la véritable transcription est Nan-ti, c'est-à-dire en chinois: torrent du sud.

de nos explorations, pénètre au Tonkin à Lao-kay par sa vallée entaillée profondément dans les terrains cristallophylliens qui se développeront de plus en plus dans son cours moyen (Région de Lao-kay, Yên-bay, etc.). Le bas Nan-ti est aussi entaillé dans les formations cristallophylliennes, représentant des terrains paléozoïques modifiés. Je n'ai fait que parcourir rapidement cette région et ne m'étendrai pas sur ses caractères.

Le passage du Tonkin au Yun-nan est extrêmement intéressant par suite de la rapidité avec laquelle le voyageur passe d'une région à faciès tropical par sa végétation à une zone essentiellement tempérée. Que l'on monte au Yun-nan depuis la vallée du Fleuve Rouge de Man-hao à Mong-tseu par la route des Dix mille escaliers, par le Sin-chiem ou par la ligne ferrée de Lao-kay à Mi-la-ti en suivant la vallée du Nan ti, on est frappé du contraste absolu qui existe entre les profondes et humides vallées tonkinoises, encombrées de lourdes brumes à toute époque de l'année, où se développe une puissante végétation et la région de Mong-tseu pourtant encore tropicale, puisque le Tropique passe à quelques kilomètres au nord de cette ville ; pourtant dans cette région l'aspect est totalement différent, la végétation tropicale a disparu, l'air est normalement sec, avec un maximum de sécheresse intense d'octobre à fin mai.

Massif de Ko-tiéou : Le massif de Ko-tiéou est une haute chaîne s'élevant jusqu'à 3.000^{m} d'altitude, couronnée de pitons calcaires ouralo-permiens ; c'est la région des importantes mines d'étain de Ko-tiéou. C'est ce nom que j'emploie pour désigner l'ensemble du massif, parce que c'est la localité la plus importante qu'on y rencontre ; localement les arêtes secondaires qui composent le massif portent des noms usités par les Chinois : Pe-yun-chann, Wou-tse-chann, Kiéou-'hoa-chann, mais je ne connais aucune désignation chinoise embrassant l'ensemble de la chaîne.

Le massif de Ko-tiéou est oriente N.-O. S.-E.. Il débute au S. de la plaine de Lin-ngan; vers le N.-O. il porte le nom de Pe-yun chann ; il s'abaisse ensuite à 1.600^{m} environ aux environs de Kéou-kai pour former la ligne de hauteurs calcaires et marnocalcaires du Dévonien moyen du Ngai-eul-chann que traverse le chemin muletier de Lin-ngan au Fleuve Rouge. Plus au N.-O. encore, il se continue par la longue arête qui sépare la dépression du lac de Chih-ping de la vallée du Fleuve Rouge. A mesure que l'on remonte cette dernière vers le N.-O , les chaînes, tout en gardant une altitude comprise entre 2.500 et 3.000^{m}, perdent peu à peu de leur ampleur par suite du relèvement constant du thalweg de la vallée du Fleuve Rouge.

Dans sa partie centrale le massif de Ko-tiéou offre un aspect désolé par suite du déboisement intensif, auquel depuis plusieurs siècles l'ont soumise les mineurs des exploitations d'étain. Il offre, au point de vue géologique, une structure complexe qui retentit sur la structure orographique. Un fait à signaler au premier abord, c'est que les plis extrêmement accusés des terrains composant le massif n'ont pu jouer un rôle important dans sa topographie, ils se montrent, en effet, orientés *normalement* à la direction du massif, dont la direction générale est donnée par les puissantes fractures N.-O. qui l'encadrent, d'amplitude suffisante pour mettre en contact les terrains cristallophylliens et le Trias moyen. Du reste, c'est un fait général dans la partie méridionale du Yun-nan que les directrices des plissements soient normales ou du moins fortement obliques aux directions orographiques.

Des vallées dont le thalweg est extrêmement surélevé se montrent à peu près parallèles à la bordure fracturé du massif du côté du bassin de Mong-tseu et à la vallée du Fleuve Rouge, parcourant le massif avec la direction N.-O. propre à l'ensemble. Ces vallées sont nettement commandées par des fractures intérieures parallèles aux accidents de bordure : telle est la haute vallée de Ko-tiéou, telle est aussi celle par où passe l'ancienne route de Lao-kay à Mong-tseu. Comme leur caractère de vallées de fracture pouvait le faire pressentir, ces vallées sont fréquemment limitées par des escarpements ; ainsi celle de Ko-tiéou, limitée à l'E. par une longue paroi rectiligne, et dont les eaux se réunissent au pied de cette paroi pour être évacuées souterrainement vers le bassin effondré de Mong-tseu. Ce système de vallées fracturées se poursuit très au delà du bassin de Lin-ngan vers le N.-O..

Le massif de Ko-tiéou offre dans son modelé peu de formes topographiques variées. Cela est dû au jeu des failles qui ont amené presque constamment en contact les calcaires ouralo-permiens et les calcaires du Trias moyen ; les schistes grésomarneux du Trias inférieur n'apparaissent guère qu'au fond de vallées étroites (Sui-long-tien), par conséquent dans des conditions telles que leurs affleurements sont trop restreints pour jouer un rôle appréciable. De même les terrains cristallophylliens représentant la base du Primaire métamorphique n'offrent pas d'affleurements considérables, et leur rôle est presque nul sur le

versant qui surplombe le bassin de Mong-tseu, car ils n'y apparaissent que sur une hauteur relativement faible, à la base des masses calcaires. Au contraire du côté du Fleuve Rouge, les terrains cristallophylliens, accompagnés de grosses masses de pegmatite à tourmaline, forment la partie profonde et escarpée du cycle actuel d'érosion.

Ainsi le massif de Ko-tiéou est limité latéralement par des versants très rapides ; sur le Fleuve Rouge et sur la plaine de Mong-tseu dont les puissantes failles de bordure provoquent sa brusque chute de ce côté. C'est la caractéristique de la plupart des massifs yunnanais ; des flancs abrupts avec d'énormes dénivellations ; ainsi le Fleuve Rouge coule à Man-hao à la cote 150^{m} seulement, tandis que les pitons ouraliens qui couronnent le massif de Ko-tiéou le surplombent à 2.800 et 3.000^{m}.

Il résulte de l'ensemble de ces faits que le massif de Ko-tiéou s'élève comme un seuil marquant une délimitation bien nette, entre la vallée du Fleuve Rouge, dont le caractère est pleinement tonkinois comme le bas Nan-ti du reste, et le vrai Yun-nan ; cette masse abrupte sur ces deux faces latérales résulte de deux causes qui ont concouru à l'accentuation de ses caractères ; failles et érosion rapide due à des mouvements épéirogéniques puissants. La dislocation des terrains qui résulte des failles et la raideur des versants qui résulte de l'approfondissement rapide des cours d'eau sont l'origine première des grosses difficultés rencontrées dans la création de la ligne ferrée de Lao-kay à Yun-nan-fou.

Toutes les routes qui vont du Fleuve Rouge à Mong-tseu ou à Lin-ngan doivent s'élever rapidement à travers le massif de Ko-tiéou par des difficultés qui les rendent très pittoresques. Une des plus connues et décrite par bien des voyageurs est celle de Man-hao à Mong-tseu par le passage significativement dénommé les *Dix mille escaliers ;* cette route franchit le col d'A-san-tchai à 2.000 mètres.

Vers son extrémité S.-E. le massif de Ko-tiéou passe insensiblement à la région de hauts sommets du Tonkin nord occidental qui est un véritable prolongement méridional du Yun-nan au point de vue climatérique et des productions, tandis que les profondes vallées offrent des caractères complètement différents des hauts sommets. Une des conséquences les plus frappantes de cet état de choses est la présence au Tonkin des populations montagnardes yunnanaises, tels que les Méos qui, au Tonkin, vivent sur les sommets, à l'altitude où l'on rencontre au Yun-nan leurs congénères et descendent rarement dans les vallées malsaines.

Bassin lacustre de Mong-tseu : Le massif de Ko-tiéou, d'après ce qui précède, est limité au N.-E. par une zone de cassure très importantes : en effet, l'observateur placé à Mong-tseu se trouve au milieu d'une grande plaine limitée à l'O. et au S.-O. par la chute rapide de la masse des Monts de Ko-tiéou; la dénivellation entre le fond de la plaine de Mong-tseu et les sommets de 3.000^{m} qui la surplombent est considérable, celle-ci étant en moyenne à 1.300^{m} d'altitude. Au N. -E. également une haute arête montagneuse que l'étude géologique montre de même limitée par des failles d'amplitude considérable limite le bassin de Mong-tseu ; ce dernier se trouve donc compris entre deux zones de fractures puissantes, entre lesquelles il s'est effondré; la carte hypsométrique, malgré le grand écartement des courbes, montre très suffisamment cette structure dont le résultat est de donner à la dépression de Mong-tseu l'aspect d'une plaine bordée au N.-E. et au S.-O. par deux murailles. La carte qui montre les relations des fractures et des bassins lacustres est très explicite à cet égard (Voir fig. 2 atlas).

Dans l'ensemble du bassin de Mong-tseu, on reconnaît deux aspects très nets : au S.-E. une étendue plane, en pente régulière à peine indiquée vers le N.-N.-O., dont le point le plus bas est occupé par deux lacs communiquant entre eux, étendues d'eau d'une superficie totale de 35 k^{mq} environ. Ces lacs représentent ce qui reste d'une vaste nappe d'eau qui, à une époque récente, remplissait le fond tout entier de la dépression ; le retrait du lac a laissé une plaine fertile où les villages sont assez nombreux, peuplés surtout de Méos ; on y cultive le riz, le sorgho, le maïs et actuellement les fèves qui ont remplacé la culture beaucoup plus rémunératrice du pavot, interdite maintenant. Les lacs se perdent actuellement dans des émissaires souterrains qui drainent leurs eaux vers le Pa-ta-'ho.

Au N.-O. le bassin de Mong-tseu perd son caractère d'étendue plane pour se montrer formé de collines arrondies, constituées par des dépôts lacustres, sables, marnes prédominants représentant l'ancien colmatage pliopleistocène maintenant profondément atteint par l'érosion. Ces collines s'étendent au S.-O. jusqu'au pied des pentes rapides du massif de Ko-tiéou. L'érosion éolienne joue à cette heure un rôle non négligeable dans cette partie du bassin de Mong-tseu.

Plateaux à l'est de Mong-tseu : La haute ligne de sommets qui surplombe au N.-E. la plaine de Mong-tseu se prolonge sur une longueur d'une vingtaine de kilomètres, de 'He-long-tane ou Dragon noir aux environs de la halte de Ta-tchouang en délimitant par une démarcation rectiligne le bassin effondré ; depuis Mong-tseu l'œil suit facilement cette longue muraille montagneuse si caractéristique jusqu'à son extrémité. La route de Mong-tseu à Kai-'hoa-fou s'élève rapidement sur les flancs de cette haute ligne de sommets, dénommée Léi-kong-chann par la carte chinoise, pour passer à l'altitude de 1.800^{m} dans le bassin du haut Nan-ti. La voie ferrée qui débouche au-dessus de la plaine de Mong-tseu à 'He-long-tane, descend graduellement le long de cette chaîne abrupte jusqu'aux environs de la gare de Mong-tseu Pi-che-tchai, où elle atteint enfin la plaine qu'elle traverse jusqu'à Ta-tchouang en longeant le pied des escarpements du Léi-kong-chann.

Vers l'E. la masse montagneuse n'offre que peu de directions déterminées : c'est un vaste bloc calcaire percé d'avens, où les cours d'eau se perdent rapidement : la physionomie de cette région qui s'étend vers Kai-'hoa-fou avec un faciès karstique des plus accusés est très curieuse ; la juxtaposition d'une infinité de pitons calcaires élevés, souvent de forme identique, portant une végétation forestière épaisse, fournit des aspects tout à fait pittoresques. Les cotes des sommets se tiennent entre 2.000 et 2.300^{m}. Les environs de Mi-la-ti, entre cette localité et la halte de Lou-kou-tchai, offrent au voyageur qui circule sur la ligne ferrée un exemple net de cette remarquable structure en pitons et dolines.

L'aspect général de cette région est celui d'un pays dont la pénéplanation fut poussée à un degré considérable et dont le travail de l'érosion a ravivé et ravive encore actuellement les formes, mais suivant un mode particulier dû à l'intensité du travail par l'érosion souterraine, de sorte qu'au lieu d'engendrer de profondes vallées aériennes cette même érosion creuse de puissants drains souterrains qui entraînent de suite profondément les eaux vers les rivières servant de niveaux de base que la rapidité du creusement, due aux puissants mouvements verticaux récents, a placés à l'heure actuelle très en contre bas.

Bourrelet du Ming-kien-chann : Au Nord de cette zone se dresse un bourrelet bien individualisé, le Ming-kien-chann, dont l'altitude atteint 3.000^{m} ; c'est une chaîne allongée à peu près O.-E. séparant les bassins de la haute Rivière claire et du haut Nan-ti de la branche orientale du Pa-ta-'ho. Bien que je n'aie pu faire dans cette région des levés assez détaillés pour les reporter sur la carte, je puis indiquer que les terrains cristallins existent en profondeur sous les revêtements de calcaires paléozoïques ; ils ne sont sans doute qu'exceptionnellement atteints par l'érosion dans quelques rares têtes de vallées, ainsi qu'en témoigne la présence de galets dans quelques lits de torrents.

Le massif est assez difficilement pénétrable, les villages y font défaut et les chemins praticables par conséquent, le sentier muletier de Ouang-pe-pe à Ma-tche-tchao le traverse dans sa partie occidentale et bien que celle-ci soit plus facile à parcourir que la région centrale du massif, il est difficile de trouver un chemin plus pénible et dangereux pour une caravane : le Ming-kien-chann est encadré de failles importantes (V. carte géologique). Celle qui le limite à l'O. le fait se dresser comme une masse imposante au-dessus de la dépression d'A-mi-tchéou ; de ce côté des têtes de vallées aux pentes abruptes l'entaillent profondément comme celle du torrent de Tou-pi (fig. 153 atlas), tributaire du Lin-ngan-'ho.

Le Ming-kien-chann offre ces points très favorables pour embrasser d'un coup d'œil une vaste étendue de pays. Etant donnée la sécheresse de l'air qui permet au Yun-nan de percevoir des points situés à une distance énorme, j'ai pu viser nettement des sommets comme le 'Hoa-tong-chann (V. carte) à 125 ^{km} au N. à vol d'oiseau.

J'ai cherché dans le profil fig. 2 (atlas) à montrer les relations des différents éléments orographiques que je viens de décrire et à indiquer le plus schématiquement possible les causes géologiques dominantes qui ont provoqué leurs aspects. Pour résumer nous dirons qu'une série d'éléments très disparates forment la structure orographique de la région de Mong-tseu : la vallée cristallophyllienne du Fleuve Rouge, le massif en grande partie calcaire de Ko-tiéou (avec Trias occidental dans des failles), le bassin effondré de Mong-tseu, déjà formé et rempli de sédiments pendant la fin du Pliocène et le Pléistocène, comprise entre le massif de Ko-tiéou et le plateau karstique du Léi-kong-chann et de l'Eul-lo-chann qui forme un élément nouveau ; enfin la haute chaîne du Ming-kien-chann forme un autre élément individualisé ; un simple coup d'œil sur le profil fig. 2 (atlas) et sur la carte géologique montre la variété des facteurs génétiques de ces différents éléments orographiques : composition géologique et surtout mouvements épéirogéniques en ont

commande le modelé, mais les grandes fractures posthimalayennes ont joué auparavant un rôle puissant dont l'influence a en grande partie dirigé, dans un sens déterminé, l'action de l'érosion provoqué par les oscillations verticales.

Région triasique de Mi-leu à l'est de la grande zone de fractures d'A-mi-tchéou à Tchao-koua

La région que je vais décrire forme une zone très individualisée en raison des formes topographiques particulières qui affectent le Trias. C'est le motif pour lequel je lui ai donné le nom de région triasique de Mi-leu, malgré qu'elle comprenne dans sa partie centrale une bande de calcaire permien. S'appuyant au S. contre le Ming-kien-chann, à l'O. contre les hautes chaînes de la branche N.-S. du Pa-ta-'ho ou Tié-tchen-'ho, elle offre des directions orographiques assez bien dessinées sous forme de chaînons parallèles se relayant, presque tous d'altitude égale, ne dépassant guère 1.500 m. Des failles en général parallèles aux plissements rompent par endroits la structure assez monotone de cette région montueuse, mais régulièrement accidentée, couverte de belles forêts de pins. Tandis que dans la région de Mong-tseu les directions orographiques, par suite du jeu des fractures, sont normales ou fortement obliques aux directions tectoniques (V. Carte tectonique), ici il y a coïncidence entre les deux types d'orientations ; il en résulte que les cours d'eau coulent très régulièrement entre des chaînons allongés rappelant la structure générale du Jura ; des cluses transversales complètent cette impression.

L'aspect général est celui de sommets arrondis; les accidents brusques de grande envergure manquent dans toute la partie orientale de la région triasique formée presque uniquement par les grès grossiers et les schistes argileux du Trias supérieur. Au point de vue du modelé, cette région offrirait un état de maturité très avancée, si les mouvements verticaux récents qui ont provoqué le creusement de la profonde vallée du Pa-ta-'ho qui la traverse, n'avaient ravivé les formes. La fig. 1 (texte) montre nettement l'aspect sénile de la surface avant les cycles d'érosion postpliocènes.

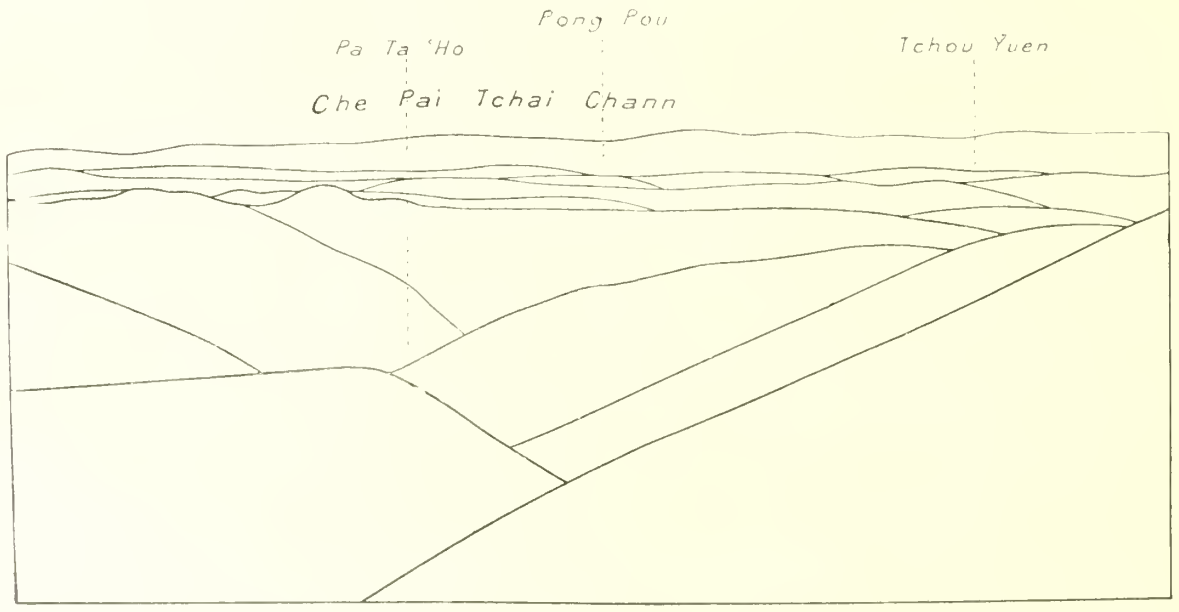


Fig. 1 — Lignes de sommets d'altitude égale, à formes séniles, montrant les restes de l'ancienne penéplaine pliocène du Tsouéi-wéi-chann. Les vallées du Pa-ta-'ho et de ses tributaires profondément encaissées et dont le creusement a ravivé les formes topographiques, sont entièrement sculptées dans le Trias supérieur argilo-gréseux qui occupe toute la figure, sauf le dernier plan formé par les terrains paléozoïques de la région entre le Pa-tien-'ho et le Tié-tchen-'ho.

Cette figure a été calquée sur les lignes d'une photographie 13 18. Vue prise de Tong-tchai dans la direction du N.-O.

Nulle part la région triasique n'offre de système montagneux très puissant ni très continu. Il faut y distinguer plusieurs aspects un peu différents selon que le Trias supérieur existe seul comme élément géologique constituant ou qu'il existe avec le Trias moyen. Au N.-E. de Tchou-yuen et de Mi-leu où le Trias inférieur prend un développement très puissant, l'aspect est celui de la région occupée par le Trias supérieur. Le Trias inférieur et le Trias supérieur étant tous deux essentiellement marneux avec intercalations gréseuses, les formes topographiques qu'ils engendrent dans des conditions à peu près semblables sont du même ordre ; mais partout où le Trias moyen, formé surtout de puissantes assises calcaires, vient affleurer, il introduit dans le paysage une note très différente, caractéristique surtout par l'apparition d'abrupts ou de masses en saillie.

Je divise la région triasique de Mi-leu comme suit : 1° Zone de plateaux faillés bordant le Ming-kien-chann ; 2° Région des collines de Trias supérieur du Pa ta-'ho ; 3° Région des bassins d'effondrement du Pa-tien-'ho ; 4° Seuil de calcaire permien entre Tchou-yuen et Mi-leu ; 5° Région triasique de Mi-leu à Tou-tza.

Zone de plateaux faillés bordant le Ming-kien-chann : Comme le montre le profil fig. 3 (atlas) le bourrelet du Ming-kien-chann est limité au N. par une zone de fractures qui ont amené le Trias moyen à s'écrouler et à descendre par échelons vers le N.. Le résultat a été la production d'une série de plateaux doucement inclinés vers le sud, offrant chacun au N. un petit ressaut. cette structure apparaît avec une grande clarté à l'observateur placé dans la région de Tchong-ho-yun. La juxtaposition des calcaires ouralopermiens sculptés en pitons et en dolines et du plateau triasique calcaire effondré par échelons engendre une opposition curieuse. Le fragment de carte, fig. 154 (atlas) montre les différences essentielles offertes par ces topographies juxtaposées. Les fig. 3 (atlas) et 2 (texte) sont très caractéristiques à cet égard.

Fig. 2. — Opposition des formes topographiques dans les calcaires du Permien r_1 et du Trias moyen $t_{1,}$ dans la région de Tchong-ho-yun. Le premier plan représente le plateau de Trias moyen effondré le long d'un faille qui le met en contact avec les calcaires permiens sculptés en pitons.

Aussi bien dans la région de pitons qui flanque le Ming-kien-chann au N. que dans le plateau triasique qui le borde, la circulation souterraine des eaux est intense, et les vallées aériennes peu esquissées ; il est intéressant de constater que cette circulation souterraine est très ancienne et que le réseau hydrographique souterrain a de plus en plus gagné en profondeur à mesure que s'abaissait le niveau de base, ici représenté par le Pa-ta-'ho. La fig. 3 atlas montre les formes topographiques très différentes qui s'échelonnent entre le Ming-kien-chann et le Pa-ta-'ho. Trois éléments topographiques essentiels dominent : les calcaires ouralopermiens excessivement épais, à faciès karstique, masse confuse de hauts pitons et de dolines de laquelle on passe brusquement, sans transition, sur le plateau calcaire de Trias moyen écroulé vers le Pa-ta-'ho ; enfin le Trias supérieur de la vallée du Pa-ta-'ho forme un troisième élément complètement différent auquel on passe aussi très brusquement, car il est écroulé le long de la zone des plateaux. Ici encore, si la bordure nord du Ming-kien-chann présente un haut intérêt par suite de la juxtaposition de formes topographiques très variées sur un espace restreint, la cause en est non seulement dans la façon très différente dont se comportent les divers terrains constituants vis-à-vis de l'érosion, mais encore dans le rôle des fractures qui ont amené en contact ces terrains différents.

Le contact de la région de plateaux de Tchong-ho-yun et de Ta-hu-tchai avec les flanquements de pitons calcaires ouralopermiens du Ming-kien-chann se fait, non par une fracture unique, mais comme le montrera l'étude géologique; les fractures principales sont accompagnées d'un réseau de petites fractures qui ont occasionné la formation d'une série de bassins fermés localisés entre les plateaux triasiques et la région des pitons. Tels sont : la plaine de Tchong-ho-yun, encombrée d'alluvions récentes, fertile quadrangle limité par des masses rocheuses stériles ; le bassin de Ta-hu-tchai, grande plaine sans écoulement aérien comme celle de Tchong-ho-yun, avec le lac de Kiou-tzai qui étale dans un décor très beau sa nappe bleue au pied des pitons calcaires abrupts et élevés de la région ouralopermienne et qui apparaît comme un lac de fracture bien déterminé.

A l'O. de Tchong-ho-yun, dans la région de Ma-tche-tchao, la zone des plateaux se réduit et disparaît rapidement, parce que la région de Trias supérieur, orientée vers le S.-O., vient dans la région de Tou-pi s'appliquer directement contre la région des pitons ouralopermiens. Le contact se fait toujours par fracture, mais il résulte de la disparition des grands affleurements de Trias moyen qu'une modification se produit par disparition d'un élément géologique entraînant celle d'un élément topographique. Le Trias moyen n'apparaît plus que localement dans des noyaux d'anticlinaux violemment plissés ou déversés et au lieu des formes de plateaux auxquels il donne naissance plus à l'O. il occasionne des crêtes calcaires saillantes. Ces conditions se poursuivent jusqu'à la plaine d'A-mi-tchéou, dépression fortement faillée, prolongeant tectoniquement le bassin effondré de Mong-tseu. Aux environs de Ma-tche-tchao il existe encore, au contact de la région calcaire ouralopermienne et de la région triasique, des ombilics nombreux sans écoulement aérien ; un des plus remarquables est l'énorme vallée circulaire en entonnoir de Tse-tsou que je décrirai plus loin.

Région des collines de Trias supérieur du Pa-ta-'ho : Au nord de la région de plateaux précitée, la physionomie du modelé change complètement, et brusquement comme nous avons eu l'occasion de l'indiquer, par suite de l'existence d'une puissante fracture (V. cartes géologique et tectonique) qui a provoqué une dénivellation assez considérable pour amener, presque partout dans la région du Pa-ta-'ho, le Trias supérieur à buter contre le Permien inférieur ou l'Ouralien. Cette région composée de grès assez peu résistants, de marnes sèches écailleuses, sans calcaires, offre des caractères absolument différents de ceux que nous avons eu l'occasion d'examiner jusqu'à présent. De grosses bosses schistogréseuses couverts de pins, très surbaissées, offrent un aspect de maturité avancée ; les pentes sont faibles dans les plateaux de Trias moyen étudiés précédemment ; dans la région de pitons, de la bordure du Ming-kien-chann, nous avons déjà rencontré ce caractère de formes peu accusées, aux points culminants d'altitude égale ; seulement les formations particulières à chaque groupe ont provoqué : dans la région calcaire ouralopermienne, une surface rugueuse, couverte de pitons juxtaposés ; dans la région du Trias moyen effondré par échelons, des plateaux inclinés ; dans les terrains meubles du Trias supérieur, des collines surbaissées à pentes douces ; et cependant, malgré ces formes adoucies, les terrains sont bien loin d'être horizontaux, les plissements y sont extrêmement accusés, les renversements nombreux, partout il s'agit de surfaces d'érosion anciennes où la surface topographique tranche au vif une structure très compliquée au point de vue tectonique.

La branche orientale du Pa-ta-'ho traverse complètement la région occupée par le Trias supérieur, elle y a creusé une vallée très profonde, où je montrerai plus loin que deux cycles d'érosion se superposent, engendrant, le premier une vallée aux formes déjà un peu adoucies, le second le cycle actuel une deuxième vallée élémentaire aux versants rapides. L'ensemble de la région de Trias supérieur du Pa-ta-'ho offre ainsi le caractère le plus net d'une région modelée par une pénéplénation complète dans un cycle très ancien, vivement attaquée de nouveau par un nouveau cycle qui se décompose lui-même en deux cycles secondaires; et ce renouveau d'activité date de la fin du Pliocène seulement comme le montrent les lambeaux de calcaires lacustres plissés et demeurés en saillie près de Tchong-tchai au-dessus de la vallée du Pa-ta-'ho. On ne peut trouver un exemple plus net de formes adoucies, où une érosion prolongée a provoqué le rabotage complet des anciens reliefs tectoniques. La fig. 1 texte est très suggestive à cet égard : j'y ai calqué les profils d'une photographie 13 18 de la zone de Trias supérieur du Pa-ta-'ho prise de Tchong-tchai ; l'aspect monotone et d'altitude égale des lignes de crête est remarquable ; dans cette région complètement aplanie le Pa-ta-'ho a creusé, grâce au soulèvement postpliocène, sa vallée profonde

de six à sept cents mètres ; le creusement du reste n'y a pas été continu et le thalweg offre des gorges plus étroites que la vallée supérieure plus largement façonnée ; ces caractères se répètent dans les vallées affluentes dont le thalweg est souvent creusé en gorges très resserrées. Les pertes si fréquentes dans les formes étudiées précédemment n'existent naturellement plus ici.

L'ensemble de ces caractères se maintient dans toute la région occupée par le Trias supérieur. Vers l'O. la surface occupée par les affleurements de cet âge vient se terminer en coin à quelques kilomètres au N. d'A-mi-tchéou, au confluent du Tié-tchen-'ho (branche N.-S. du Pa-ta-'ho) et du Lin-ngan-'ho. Elle se trouve alors en contact par faille avec les masses de calcaires ouraliens ou permiens du bassin du Tié-tchen-'ho, et il en résulte encore des contrastes pittoresques. Vers le N.-E. au contraire la région de Trias supérieur s'étend largement en conservant toujours son caractère de pénéplaine attaquée par un cycle nouveau, mais dont les affleurements constituants sont trop peu résistants pour donner naissance à des accidents bien marqués ; il faut pourtant considérer le cas où à la faveur des plissements intenses qui ont fortement relevé les terrains constituants, la surface d'érosion a rencontré les calcaires du Trias moyen qui occasionnent alors des barres bien arrondies, saillantes.

Toute cette zone offre une physionomie bien particulière : la douceur et la régularité des reliefs en contraste énergique avec la profondeur et la sauvagerie de la vallée du Pa-ta-'ho et de ses affluents, les belles forêts de pins qui la recouvrent font de cette partie du Yun-nan une région d'un très grand charme. Elle est habitée surtout par des Méos. D'une façon générale, elle est très peu cultivée. Les forêts de pins sont malheureusement destinées à disparaître peu à peu ; elles ne sont l'objet d'aucune protection de la part des autorités chinoises, profondément insouciantes à cet égard et n'ayant aucune idée d'une exploitation forestière réglée.

Région des bassins d'effondrement du Pa-tien-'ho: La grande aire paléozoïque qui occupe tout le Yun-nan central est en contact par une puissante zone de fractures, qui s'étend d'A-mi-tchéou au-delà de Tou-tza vers le Kwéi-tchéou, avec la région des affleurements triasiques dont nous nous occupons actuellement. Il en résulte qu'on observe tout le long de cette ligne de cassures parfaitement définie et influant nettement sur la topographie une série de bassins formant des plaines en chapelet, limitées à l'O. par une brusque chute des calcaires qui composent les chaînes occidentales, tandis qu'à l'E. les hauteurs adoucies triasiques viennent graduellement se terminer dans ces plaines. La carte hypsométrique montre assez bien l'orientation de cette bordure faillée de la région triasique, mais la distance entre les cotes est trop grande pour permettre aux bassins successifs de s'individualiser. Les profils (fig. 4 atlas) montrent l'allure topographique engendrée par ces brutales juxtapositions des terrains différents.

Bien que pris à 20 km de distance, ces deux profils parallèles montrent des conditions presque identiques. Le caractère le plus saillant est la subite dénivellation avec abrupt causée par la fracture qui met en contact la région calcaire carbonifèrienne et le Trias. J'ai suivi cette faille sur toute sa longueur, et pendant près de 80 km de Kouéi-tien à Mi-leu je l'ai vue se présenter dans les mêmes conditions, jouant dans le paysage un rôle important. Au point de vue de l'économie de toute cette région, elle a joué un rôle non moins influent : la succession de dépressions, les unes sans écoulement comme celle de Pong-pou, les autres drainées par le Pa-tien-'ho se sont encombrées d'alluvions et par suite se sont montrées des points privilégiés pour la culture du riz, d'où l'établissement de nombreux centres habités, exclusivement cantonnés dans ces dépressions ; leur alignement a provoqué une autre conséquence, c'est à dire une grande facilité de passage et l'établissement d'une route de caravanes allant d'A-mi-tchéou vers le Kwéi-tchéou et vers le N. du Yun-nan oriental par Lou-léang. Toute cette région offre un aspect de prospérité, frappant surtout par la distribution des cultures et des lieux habités le long de la zone de fractures, contrastant si vivement avec l'aridité des chaînes calcaires occidentales et des collines couvertes de pins, à peine habitées par des Méos, de la partie orientale ; toute cette bordure effondrée est peuplée de Chinois ; les gros villages succèdent aux gros villages, avec quelques centres très importants comme Pong-pou ou Tchou-yuen. Il est remarquable que les villages les plus importants se trouvent sur la route même, ce fait s'explique par la grande importance du transit ; en effet, en hiver, c'est à dire à l'époque où les pluies d'été n'ont pas encore détrempé les chemins, ceux-ci sont parcourus sans arrêt par les caravanes descendant soit d'Yi-léang, soit de Lou-léang, soit de Kwang-si-tchéou vers A-mi-tchéou et transportant surtout du charbon de la région de Mi-leu ou du sel en très grandes quantités.

Ainsi la bordure faillée du bassin du Pa-tien-'ho joue un rôle extrêmement important dans les relations commerciales et dans la prospérité agricole de la région. C'est un de ces exemples si nombreux et si frappants du rôle puissant joué par la structure du sol, du retentissement immédiat des conditions géologiques sur les conditions économiques.

Le Pa-tien-'ho a profité de ces dépressions pour gagner le Pa-ta-'ho. Il passe du bassin de Mi-leu dans l'effondrement que nous venons de décrire par une étroite gorge suivant une faille. Les profils fig. 4 (atlas) montrent qu'on peut retrouver sur les flancs des dépressions les traces de cycles d'érosion; ces traces indiquent que la formation des fractures est nettement antérieure au creusement et que avant le début des cycles du Pa-ta-'ho auxquels correspondant ceux du Pa-tien-'ho, la région était presqu'entièrement transformée en pénéplaine, la région calcaire paléozoïque occidentale surmontant après érosion avec une très faible altitude la région triasique ; en d'autres termes, il y avait juxtaposition d'un plateau calcaire butant par faille contre la région triasique arasée ; lors du relèvement vertical de la région le réseau hydrographique du Pa-tien-'ho s'est installé naturellement dans la région triasique plus apte à subir un creusement rapide dans les marnes et les grès sableux du Trias inférieur.

Contre la fracture aboutissent obliquement les axes des plis de la région triasique orientés à peu de chose près N.-E. Il en résulte que si la fracture elle-même est la cause déterminante des dépressions alignées que nous venons de décrire, d'autre part un système de vallonnements dirigés dans le sens des plis forme un réseau oblique à la direction d'effondrement ; fractures d'un côté et directrices tectoniques de l'autre ont donc guidé l'érosion dans des directions différentes provoquant la formation d'une vallée principale N.-N.-E. ou N.-S. dans laquelle à l'est aboutissent une série de vallées et de chaînons longitudinaux parallèles. Au N. de la dépression de Tchou-yuen le Trias inférieur est suffisamment relevé pour permettre aux calcaires ouralo permiens d'apparaître dans un axe anticlinal important qui forme ainsi une séparation très nette entre le vaste bassin de Mi-leu occupé par des dépôts lacustres et la ligne des bassins effondrés de Tchou-yuen et de Pong-pou. Le Pa-tien-'ho, pour passer du bassin de Mi-leu dans la dépression de Tchou-yuen, a dû franchir ce seuil. Il l'a fait à la faveur d'une fracture presque N.-S. qui lui a permis de s'ouvrir plus facilement passage. Ce passage ayant la forme d'une gorge étroite, la route des caravanes a renoncé à le franchir, et, au lieu de suivre le thalweg de la rivière pour passer de la plaine de Tchou-yuen dans celle de Mi-leu, elle abandonne la rivière pour franchir un col étroit par un affluent du Pa-tien-'ho, offrant une vallée plus largement ouverte. Ici le Trias cesse et avec lui ses formes particulières. Le Trias inférieur notamment, qui affleure avec une grande puissance sur la bordure orientale du bassin de Tchou-yuen est pourvu d'un aspect caractéristique, formé d'une grande masse de marnes remarquables par leur bariolage où dominent les teintes brun chocolat, bleu, rouge et jaune; il forme des pentes dénudées, coupées de petits redans causés par des intercalations gréseuses (fig. 4[B] atlas) contrastant très vivement avec les à-pics calcaires contre lesquels il bute vers l'O. Plus à l'est, le Trias moyen supplante peu à peu le Trias inférieur et les barres caractéristiques du calcaire triasique à *Cœn. vulgaris* interviennent dans le passage adouci des affleurements grésomarneux du Trias supérieur; les cotes ne dépassent pas 1.600 m. La carte hypsométrique, malgré qu'elle soit très schématique, montre suffisamment l'orientation des chaînons triasiques.

Dès que l'on a franchi le col signalé précédemment, on redescend par Sin-sao sur la plaine de Mi-leu, nouvel élément d'un caractère différent, vaste bassin effondré comme les précédents, limité à l'O. par le prolongement de la zone de fractures qui a donné naissance à la dépression de Pong-pou et à celle de Tchou-yuen. C'est une grande dépression bordée à l'O. et à l'E. par des chaînons abrupts ; le fond est complètement encombré par des dépôts lacustres et torrentiels de la fin du Pliocène et pléistocènes, d'une centaine de k^{mq} de superficie. Les dépôts lacustres y sont déjà sculptés en collines basses, couvertes de rognons limoniteux, ne dépassant pas l'altitude moyenne de 1.450 m. Le Pa-tien-'ho y a creusé une vallée sinueuse, profonde d'une trentaine de mètres. Il paraît que la dépression de Mi leu a été occupée par un lac jusqu'à une époque très avancée, lorsque la partie du Pa-tien-'ho, située au-delà du seuil calcaire qui la sépare du bassin de Mi-leu était déjà individualisée, et à une date relativement récente la partie inférieure atteignant le bassin de Mi-leu, en a réalisé la capture et l'a vidé ; le tronçon supérieur s'est ensuite installé postérieurement dans les dépôts du bassin lui-même en les entaillant. L'examen de la gorge de sortie du Pa-tien-'ho montre que la capture des eaux de l'ancien bassin fermé s'est d'abord effectuée souterrainement par la fracture qui drainait ainsi le lac ; le Pa-tien-'ho jouant alors à l'entrée du bassin de Tchou-yuen le rôle de résurgence.

Seuil de calcaire permien entre Tchou-yuen et Mi-leu : Le seuil calcaire permien séparant le bassin de Mi-leu de la dépression de Tchou-yuen se prolonge au N.-E. vers Kwang-si-tchéou. Au S.-E., il est bordé par la région des hautes collines triasiques déjà décrites ; au N.-O., une nouvelle région triasique apparaît, allant de la bordure N. du bassin de Mi-leu vers Tou-tza, orientée comme la bande calcaire permienne du Pan-long-chann, de sorte que celle-ci se trouve enserrée entre les deux bandes triasiques et forme un chaînon différent par sa topographie, où apparaissent les pertes fréquentes.

Région triasique de Mi-leu à Tou-tza : Bordant les vastes plateaux dévoniens situés à l'E. de Lou-nan, cette bande triasique bute par fracture contre ces plateaux, sauf aux environs de Mi-leu et de Tchao-koua. Vers Mi-leu, elle se trouve en coin entre la chaîne calcaire permienne du Pan-long-chann et les calcaires ouraliens de la région de 'Hoa-keuou ; ses caractères topographiques la différencient beaucoup de la région triasique du Pa-ta-'ho. Le Trias supérieur y fait absolument défaut, par contre le Trias inférieur y prend un développement considérable et se montre formé surtout d'une masse énorme de psammites rougeâtres de formations argilogréseuses bariolées ; le Trias moyen y est également représenté avec les calcaires habituels. Ici encore l'ensemble de la région montre des indices d'une pénéplation poussée extrêmement loin dans une zone de plis et de charriages intenses ; à cet égard, il est intéressant de comparer le profil et la coupe fig. 5 de l'atlas, une surface sénile arasant les plis d'une tectonique extrêmement complexe est entamée par un nouveau cycle d'érosion : l'aspect général est donné par une série de chaînons d'allure jurassienne avec plis amygdaloïdes allongés, généralement déversés fortement vers le S.-E. et accompagnés de charriages importants dans la région de Mi-leu, les fractures nombreuses en général à peu près parallèles à l'axe des plis ajoutant leur action directrice ; cette zone offre des chaînons montagneux ordinairement peu élevés allongés N.-N.-E., c'est-à-dire dans le sens des directrices des plissements et des zones effondrées étroites parallèles aux chaînons ; ces dernières sont occupées par des remplissages alluvionnaires qui en font des points spécialement propres à la culture et par suite bien peuplés (Ta-chouéi-tang, Ngao-tseu). Dans la région située immédiatement au N. de Mi-leu, une série de rivières parallèles coulent dans ces dépressions et viennent déboucher dans l'ancien lac de Mi-leu dont elles ont creusé actuellement fortement les dépôts et leur réunion forme le Pa-tien-'ho. La profondeur relativement considérable de certaines de ces vallées, comme celle de Je-chouéi-tang, est remarquable vis-à-vis de la monotonie du reste de la surface topographique parsemée seulement de petites buttes très arrondies, offrant une surface très « mûre ». On circule constamment à l'altitude moyenne de 1.600 m, entre des hauteurs de Trias inférieur gréseux ne s'élevant guère à plus de 50 m pour voir s'ouvrir brusquement sous ses pieds des vallées à versants très raides, très étroites : telles que la vallée de Je-chouéi-tang.

Cette région est assez pauvre au point de vue cultural, sauf comme je viens de le dire dans les petits bassins effondrés linéaires entre les chaînons plissés ; les chemins y sont mauvais par suite du peu de résistance des matériaux du Trias inférieur qui s'éboulent et se délayent à la pluie ; les accidents topographiques sont multipliés et aucun n'offre d'importance ; le calcaire triasique moyen est trop peu développé, pour introduire une note saillante et surtout il est trop brisé, haché par les plis failles qui l'émiettent pour former des accidents continus.

Si, au point de vue de la culture, les conditions sont mauvaises, sauf dans des points particuliers de cette partie de la région triasique qui s'étend immédiatement au N.-O. du bassin de Mi-leu, par contre elle renferme de riches couches de houille dans le Trias inférieur, et de bonne qualité, donnant un coke dense et léger. Ces circonstances donnent à toute cette région une animation qui lui ferait défaut sans celà, les exploitations sont assez nombreuses, malheureusement exécutées avec l'insouciance, les procédés défectueux employés par les Chinois dans l'industrie minière. Une grande partie du charbon se dirige sur Mi-leu ; il est également transporté des points d'extraction dans tous les villages environnants qui l'emploient comme chauffage pendant la saison froide.

Le bassin supérieur de la rivière de Mi-leu ou Yi-ko-'ho prolonge vers le N.-N.-E. la région de Je-chouéi-tang. Je n'insisterai pas sur la structure géologique qui est semblable à celle que je viens d'esquisser ; le Trias inférieur prédomine dès lors, le Trias moyen étant relégué vers l'E. Le caractère de pénéplation s'accentue de plus en plus vers Ta-kouang-fein, Peu-kiao, et la partie supérieure du Yi-ko-'ho vient, par une très large vallée, aux pentes molles, se fondre par graduation insensible dans l'ancienne pénéplaine.

Le Trias inférieur, ainsi qu'il vient d'être dit, joue un rôle prédominant et ses couches psammiteuses ou argileuses ont donné facilement naissance à des formes de maturité avancée. Toute cette partie haute de la rivière de Mi-leu est médiocrement cultivée, les psammites du Trias inférieur offrant un sol assez peu fertile et la plus grande partie du terrain est couverte par des forêts de pins sans doute jadis fort belles, aujourd'hui rendues très maigres par les coupes inconsidérées. Le charbon est encore ici la principale ressource ; tout le long du Yi-ko-'ho se multiplient les exploitations dans des couches de même âge que celles de la région de Mi-leu ; les gisements d'I-wan-tchai, Peu-kiao, sont parmi les plus importants ; le charbon est beaucoup utilisé dans la région même pour le chauffage d'hiver et sous forme de coke, dans des appareils de chauffage particuliers, consistant en une cavité quadrangulaire creusée dans le sol de la pièce et communiquant avec l'extérieur par un conduit éliminant les produits de la combustion.

La région des plateaux dévoniens occidentale vient en contact avec la région triasique par une zone de fractures parallèles occasionnant souvent une juxtaposition de terrains variés formant des compartiments limités et provoquant la formation d'une foule de bassins fermés dont les fractures drainent les eaux, tel que le curieux lac temporaire de Tchao-koua. Cette dépression, au fond absolument plat, se montre occupée par les eaux après les pluies d'été, le gouffre qui lui sert de point d'absorption étant insuffisant pour drainer la totalité des eaux ; au contraire en hiver le lac est entièrement desséché et le chemin de Peu-kiao à Tchao-koua le traverse complètement.

Au N.-N.-E., vers Tou-tza, la région conserve les caractères longuement exposés de la région triasique; une note un peu différente y est localement introduite par l'apparition de calcaires carbonifériens, perçant entre les psammites triasiques à la faveur de dislocations et surtout de larges bandes de labradorites carbonifères provoquant la formation de croupes arrondies comme celle qui porte le village de Tou-tza. Les gisements houillers du Trias inférieur se prolongent dans cette région.

Ainsi, si nous jetons maintenant un coup d'œil d'ensemble sur toute la région triasique du Yun-nan oriental, essayant de synthétiser les analyses locales des formes du modelé, nous voyons qu'en faisant abstraction des accidents secondaires, on peut la définir comme suit : région de terrains très plissés, généralement meubles, offrant des formes topographiques très mûres, complètement transformée en pénéplaine au début du Pliocène et reprise depuis par une période d'érosion se décomposant en cycles secondaires, provoquant la formation de vallées jeunes. Sur toute sa longueur, cette région est complètement séparée de la zone paléozoïque occidentale par une puissante zone de fractures ayant provoqué la formation des bassins effondrés de Pong-pou, Tchou-yuen, Mi-leu, tandis que des vallées secondaires s'allongent parallèlement aux axes des plissements. Il y aurait là pour une future ligne ferrée d'A-mi-tchéou vers le Kwéi-tchéou un passage facile, son exploitation serait rémunératrice, car elle passerait par des régions prospères, très peuplées dans la section A-mi-tchéou-Mi-leu et ensuite traverserait constamment une des régions houillères les plus riches du Yun-nan et où les qualités de charbon paraissent très supérieures à ce qu'on observe ailleurs. Le caractère de pénéplanation de cette région faciliterait grandement l'établissement et l'entretien de la voie ferrée, et les difficultés principales résideraient surtout entre A-mi-tchéou et Kouéi-tien, c'est-à-dire sur une faible longueur, et nulle part, ne seraient importantes.

Région paléozoïque de Po-shi au Sud du parallèle de Yun-nan-fou, entre la région des lacs et la région triasique de Mi-leu

Nous venons de voir la région triasique orientale nous présenter des formes de modelé offrant des groupements dont résultent des aspects généraux appropriés s'étendant sur de grandes surfaces. La région paléozoïque occidentale, (où j'ai compris la partie triasique à l'ouest d'A-mi-tchéou ainsi que des bassins pliopleistocènes), va nous montrer des formes différentes aussi dans le détail, bien qu'un caractère essentiel commun à tout le Yun-nan subsiste, celui d'une ancienne pénéplaine profondément sculptée.

Multiples sont les aspects qu'offre la grande aire paléozoïque du Yun-nan oriental ; des districts très différents et pourtant difficiles à délimiter vont dérouler leurs paysages en général extrêmement pittoresques devant nos yeux ; cette difficulté de délimitation rend arbitraire la division, pourtant nécessaire, que nous allons employer.

Tandis que dans la région triasique nous n'avons pas vu d'altitude supérieure à 2.000 m, ici nous allons voir les cotes croître peu à peu vers le N. à des chiffres élevés et suivant des zones d'altitude régulièrement croissantes comme l'exprime la carte hypsométrique. Je décrirai la région en allant du sud au nord et considérerai successivement : 1° Région d'entre Lin-ngan et A-mi-tchéou ; 2° Zone des bassins fermés de la plaine de Mong-tseu à Lin-ngan ; 3° Bassin lacustre de Lin-ngan ; 4° Chaîne entre la région des lacs et la région triasique du Si-chann ; 5° Chaînons de la région du Tié-tchen-'ho ; 6° Plateaux entre Touza et Yi-léang.

Région d'entre Lin-ngan et A-mi-tchéou : Bien que cette région contienne encore beaucoup d'affleurements triasiques, il nous faut la décrire avec la région paléozoïque, car, profondément hachée par les failles, elle offre des blocs triasiques coincés dans les terrains primaires et dès lors les caractères essentiels de la topographie des terrains triasiques se trouvent souvent modifiés ou amoindris par cette juxtaposition. Pour nous rendre compte de la physionomie générale de cette région, montons sur un des sommets du Si-chann, soit sur un de ceux qui environnent Ngan-pien-chao, soit sur un des contreforts du massif de Ko-tiéou. Nous verrons aussitôt que la région se décompose en éléments très disparates : le long du massif de Ko-tiéou apparaît d'abord une longue dépression au thalweg discontinu, s'étendant de la plaine lacustre de Mong-tseu au bassin de Mien-tien, formée de cuvettes parfois sans écoulement, constituant la limite entre le massif de Ko-tiéou et le Si-chann. A l'O. un haut seuil de sommets très arrondis sépare le bassin de Mien-tien de la plaine lacustre vidée actuellement de Lin-ngan. A l'E. une région toute différente se montre entre Ngan-pien-chao et la plaine d'A-mi-tchéou, formée de lignes de collines arrondies, d'altitudes presque égales et par suite monotones.

Zone des bassins fermés de la plaine de Mong-tseu à Lin-ngan : Nous avons, à l'occasion de la description du massif de Ko-tiéou, montré que ce massif orienté N.-O. S.-E. était bordé sur la plaine lacustre de Mong-tseu par une zone de fractures ayant occasionné une dénivellation intense. Cette ligne fracturée se prolonge franchement vers le N.-O. en coupant nettement la direction des plis ; elle a provoqué ainsi une dénivellation très forte faisant buter les extrémités des plis triasiques du Si-chann contre les calcaires permiens du Pe-yun-chann (V. carte géologique) ; par conséquent les plis formés de Trias sont brusquement interrompus et prolongés par les plis des calcaires paléozoïques de la partie nord-occidentale du massif de Ko-tiéou ; cet important accident tectonique a provoqué une structure topographique particulière : le long du massif de Ko-tiéou et hautement surplombés par ses calcaires ouralopermiens, apparaissent des bassins fermés, alignés suivant des grandes cassures ; ces bassins sont sans écoulement, aux versants assez rapides, leur fond est parfois encombré d'argiles comme les dépressions de Tsi-kay ou de Ta-wou-tchai ; leur superficie est souvent considérable et de belles cultures couvrent leur fond colmaté par des alluvions ; elles ont pu dans certains cas, comme celle de Ta-wou-tchai, être occupées par des lacs pliocènes de dimensions peu étendues ; d'autres fois au contraire ce sont de belles dolines entaillées dans les calcaires permiens comme celles qui environnent le village de Sin-tchai près de Ien-seu-tong (Grotte des hirondelles) et occupées par de merveilleux lacs à émissaires souterrains. La route de Mong-tseu à Yun-nan-fou, ne pouvant passer par le massif de Ko-tiéou, ne pouvant d'autre part circuler sans d'invraisemblables détours dans le Si-chann (1), a emprunté cette ligne de dépression. Il résulte de la structure ci-dessus décrite que la route depuis Tsi-kay jusqu'à Mien-tien ne cesse de gravir des seuils peu élevés et de redescendre dans des ombilics, soit occupés par des dépôts sableux pliopleistocènes, soit par des dépôts récents. La plus grande de ces dépressions, celle de Mien-tien, et la plus occidentale en même temps, offre les restes d'un grand lac plio-pleistocènes dont les épais sédiments ligni-

(1) Les montagnes qui portent ici le nom de Si-chann ne doivent pas être confondues avec le Si-chann qui borde le lac de Yun-nan-fou ou Kouen-yang-'hai. En effet, le terme de Si-chann ou montagnes de l'Ouest est fréquent.

tifères sont actuellement sculptés en collines arrondies et basses par le Lin-ngan-'ho et les ruisseaux affluents. Le Lin-ngan-'ho offre un cours étrange dans cette région fracturée, de faciès éminemment karstique ; il apparaît et disparaît successivement, traversant des barres de calcaires dévoniens-ouraliens ; parmi ses pertes, une surtout mérite par la beauté importante du site, la célébrité qu'elle possède au Yun-nan ; c'est le fameux Ien-sen-tong ou grotte des Hirondelles, magnifique porche sous lequel s'engouffre la rivière après un court parcours à l'air libre et où les Yunnanais, que l'étrangeté imposante du site a frappés, ont construit une pagode des plus pittoresques.

Ainsi cette région offre un caractère absolument particulier ; la coïncidence d'un réseau de fractures et de calcaires en masses puissantes lui donne un aspect défini par de nombreuses dolines et par le cours bizarre d'une rivière coulant tantôt à l'air libre, tantôt souterrainement ; le Lin-ngan-'ho quitte la ligne fracturée à la hauteur de Ta-wou-tchai et s'enfonce alors dans le Si-chann en coulant parallèlement aux chaînes pour gagner le Pa-ta-ho au N. d'A-mi-tchéou. J'aurai à revenir sur ces faits en étudiant le réseau hydrographique.

Toute cette région offre une juxtaposition des zones cultivées, fertiles, établies en rizières dans les bas-fonds alluvionnaires, contrastant vivement avec les surfaces absolument dénudées des calcaires. Les bas-fonds occupés par d'anciens dépôts lacustres pliopleistocènes, comme la vaste dépression de Mien-tien, avec les nombreux villages entourés de rizières, offrent une densité de population plus considérable. Il en est du reste ainsi dans la plus grande partie du Yun-nan où les régions fertiles sont presque toujours très délimitées, enveloppées par des zones stériles, disposition que la géographie explique immédiatement. Cependant le terme de zone stérile ne doit pas être pris d'une façon absolue : actuellement pour les Chinois tout ce qui n'est pas apte à être établi en rizières surtout, en blé ou en cultures, tels que les fèves, le sorgho ou le maïs, c'est-à-dire tout ce qui est en dehors des terrains d'alluvions, ne leur paraît pas utilisable, tandis qu'au contraire beaucoup de points offriraient à des peuples plus soucieux d'utiliser tout ce qu'on peut mettre en valeur de beaux districts forestiers et des régions d'élevage.

Bassin lacustre de Lin-ngan : A l'O. de la plaine lacustre de Mien-tien se détache du massif de Ko-tiéou un chaînon N.-S. de calcaire dévonien très plissé que l'érosion a façonné en formes très arrondies : ce chaînon, dont l'altitude s'abaisse à 1.590 m. au col, c'est-à-dire assez faible en hauteur absolue au-dessus de la plaine de Mien-tien où le Lin-ngan-'ho coule à Sin-tchai à 1.400 m., offre des contours sculpturaux extrêmement arrondis ; la grande route muletière de Mong-tseu à Yun-nan-fou s'élève le long de ce chaînon pour redescendre ensuite sur la plaine de Lin-ngan-fou. Cette belle plaine, couverte de rizières, s'étend entre le prolongement du massif de Ko-tiéou portant en ce point le nom de Ngaï-eul-chann, le chaînon qui la sépare du bassin de Mien-tien et la région montagneuse qui limite au S. le bassin du Kiou-kiang. L'étude géologique montre que la plaine de Lin-ngan est circonscrite par un réseau de fractures. Le Lin-ngan-'ho venant du lac de Chih-ping situé à quelques kilomètres à l'O., la traverse en y formant des points inondés que les Chinois ont transformés en rizières. Cette belle plaine offre un caractère de prospérité marqué ; en dehors de la ville de Lin-ngan qui est une des plus importantes du Yun-nan, chef-lieu de préfecture, les gros villages sont très nombreux.

Le Lin-ngan-'ho sort de la plaine de Lin-ngan par un tunnel naturel de deux kilomètres et demi de long, perforant le chaînon dévonien par dessus lequel nous avons vu passer la route muletière de Mong-tseu à Yun-nan-fou ; la rivière, au débit considérable, s'engouffre à 2 km. à l'O. du village de Ou-poun-tchai dans un ravin étroit en cul de sac sous un grand escarpement que surmonte la tour de Lin-ngan ; il ressort dans le bassin de Mien-tien près de Kao-tao-tchouang dans une grotte en forme de crevasse. La dénivellation entre les bassins de Lin-ngan et de Mien-tien est de quelques mètres à peine.

L'ensemble du bassin de Lin-ngan offre une superficie d'environ 250 kmq ; la partie centrale seule du bassin est occupée par les alluvions récentes et le reste se montre formé par des collines de grès sableux, avec rares intercalations marneuses ; ces formations représentent ce qui reste de puissants dépôts accumulés à l'état de sédiments lacustres pendant la fin du Pliocène et le Quaternaire dans le bassin de Lin-ngan, bassin d'effondrement alors fermé complètement ; lorsque la capture souterraine de ce lac s'est faite par la perte actuelle du Lin-ngan-'ho près d'Ou-poun-tchai, le lac de Lin-ngan s'est vidé, et le fleuve et ses affluents ont rapidement creusé les dépôts lacustres. Je reviendrai sur ces faits dans l'étude du réseau hydrographique.

L'aspect offert par la partie du bassin de Lin-ngan occupée par les dépôts pliopleistocènes est spécial aux fonds de lacs asséchés. Entre Ou-poun-tchai et Sin-fang s'étend une vaste étendue plate, coupée de brusques vallonnements dus à l'érosion récente, mais visibles seulement lorsqu'on débouche sur leur rebord immédiat ; la platitude de cette région est cause que la route muletière de Mong-tseu à Yun-nan-fou cesse d'être une piste unique, bien tracée, mais se subdivise à l'infini sur une largeur considérable en une multitude de pistes ; le contraste entre ce fond si plat et les montagnes qui l'enveloppent de toutes parts cause une impression particulière. Sur la bordure du bassin, là où les dépôts lacustres viennent reposer en biseau sur les pentes montagneuses rapides, les torrents débouchant de celles-ci ont entaillé les formations lacustres bariolées par des barrancos étroits et profonds.

La genèse de la formation de cette succession de bassins fermés qui s'échelonnent de Mong-tseu à Lin-ngan apparaît avec la plus grande netteté à la seule description que l'on peut en faire, en faisant abstraction même de toute étude géologique approfondie.

Ils représentent une suite de lacs de dimensions plus ou moins grandes que les recherches géologiques montrent formés à la faveur du réseau de cassures qui borde le massif de Ko-tiéou au N.-E.. Lors de l'abaissement du niveau de base causé par le relèvement épéirogénique, le Lin-ngan-'ho a capturé successivement ces différents lacs par des drains souterrains qui sont devenus des portions du fleuve actuel ; d'où cette pittoresque structure de cuvettes fermées, dont certaines sont considérables comme celle de Mien-tien ou de Lin-ngan, que traverse le Lin-ngan-'ho, qui passe de l'une à l'autre en franchissant souterrainement les chaînons calcaires. Lorsque, par décollement, les conduits souterrains auront vu leur plafond disparaître, la région offrira une suite de dépressions communiquant par des canyons étroits.

La fig. 6 atlas montre le profil offert par une section N.-O.-S.-E , passe par les bassins de Lin-ngan-fou et de Mien-tien et le seuil dévonien, franchi en tunnel par le Lin-ngan-'ho ; elle montre le rôle des fractures dans la constitution de ces bassins lacustres.

Chaînes entre la région des lacs et la région triasique du Si-chann : Contre la zone fracturée caractérisée par la série de bassins fermés que nous venons de décrire, vient aboutir toute une série de chaînons orientés N.-E. ou N.-N.-E. et que cette même zone effondrée sépare du bassin de Ko-tiéou. L'examen de la carte tectonique montre ces faits et la carte hypsométrique, malgré le grand écartement des courbes, laisse se dessiner cette série d'accidents topographiques alignés N.-O.-S.-E.

Entre le bassin du Kiou-kiang, affluent du Tié-tchen-'ho, et les bassins fermés de Lin-ngan, Mien-tien, etc., les chaînons montagneux sont bien dessinés ; l'altitude dépasse exceptionnellement 2.000 m ; comme partout ailleurs les lignes adoucies et les sommets longitudinaux surbaissés caractérisent cette région, par contre les vallées sont profondes et d'une remarquable étroitesse. Entre le bassin de Lin-ngan et le Kiou-kiang l'aspect général est donné par les rapports qu'offrent entre elles les diverses parties du Carboniférien moyen puissamment développé, et présente entre deux séries gréseuses, épaisses de plusieurs centaines de mètres chacune, une forte masse de calcaires. Toute cette région étant très plissée et les couches très relevées, les grès sont fortement arasés et le calcaire y dessine des barres allongées ; les grès cambriens quartziteux, le Dévonien inférieur et les schistes cambriens argilo-gréseux introduisent localement des notes différentes. Pour juger parfaitement des caractères de cette région, il suffit de parcourir le trajet de Nan-tchouang à Kouan-in par le chemin muletier ; c'est une des routes principales du Yun-nan par son trafic ; elle est en effet constamment sillonnée par les caravanes de mafous qui se rendent de Yun-nan-fou à Mong-tseu par la route des lacs et Lin-ngan. En quittant Nan-tchouang, situé sur la bordure N. du bassin de Lin-ngan, on s'élève sur de vastes pentes formées par le Cambrien et le Dévonien inférieur argileux, violemment écrasés et plissés, que les pluies délayent en une boue jaune liquide ; au contraire pendant la sécheresse intense qui sévit pendant la plus grande partie de l'année, ces terrains s'émiettent sans cesse en une poussière jaune extrêmement ténue qui pénètre partout, même dans les instruments d'optique les mieux sertis ; l'érosion éolienne s'exerce vivement et en beaucoup de points j'ai pu observer dans cette bande de terrains qui s'étend très loin vers le N.-E. dans le Yun long-chann les curieuses formes d'érosion éolienne, décrites au Tibet dans les terrains argileux sous le nom de *jardangs* par Sven-Hedin ; la piste muletière se décompose dans la traversée de cette bande de schistes argileux en une multitude de pistes secondaires qui s'entrecroisent et sont profondément creusées dans la pente par le passage des caravanes ; on aborde ensuite un régime de crêtes arrondies, étroites, surplombant les thalwegs

avec des versants d'une raideur frappante ; le caractère de jeunesse des vallonnements est remarquable et le creusement intense et récent apparaît comme provoqué par l'abaissement rapide du niveau de base ; or, le niveau de base est représenté pour ces cours d'eau par le bassin de Lin-ngan ; cette dépression fermée fut occupée par un grand lac très profond pendant une période très longue du Quaternaire et c'est seulement à une époque rapprochée que le lac se vidant par le Lin-ngan-'ho et le niveau de base s'abaissant très vite, les cours d'eau y aboutissant ont rapidement creusé leur lit et formé ces ravins, tel que celui du torrent de Leng-chouéi-keuou représenté dans le profil fig. 6 (atlas). Du reste, comme nous le montrerons, ceci rentre encore dans les conséquences des mouvements épéirogéniques, car si le niveau de base a pu s'abaisser, c'est-à-dire le lac pliopleistocène de Lin-ngan se vider, c'est que le Lin-ngan-'ho, en s'approfondissant lui-même, a pu le capter. Dans le Yun-nan tout entier ces phénomènes apparaissent avec une admirable clarté.

La direction des plis étant N.-N.-E. ou N.-E., il en résulte que la direction des vallonnements et des étroites crêtes arrondies qui les séparent est identique ; il y a coïncidence entre les accidents orographiques et tectoniques. Dans toute cette région il est nécessaire de faire remarquer que des cours d'eau très voisins, séparés par des crêtes insignifiantes en largeur, se dirigent souvent dans des directions exactement opposées. C'est ce qu'on vérifie, par exemple, en suivant l'itinéraire que nous examinons en ce moment ; le torrent de Leng-chouéi-keuou et celui de le-ma-tchouang coulent ainsi dans des directions contraires et parallèles, l'un vers le bassin de Lin-ngan, l'autre vers le Kiou-kiang, ainsi que le montre le carton fig. 7 (atlas). Nous sommes en présence comme je le montrerai ailleurs d'un réseau hydrographique actuellement en voie d'évolution et nullement installé définitivement; les captures y sont à prévoir dans un temps relativement très court, comme en témoigne la fig. 7 (atlas).

Il résulte de cette structure que la route a dû passer de vallée en vallée, offrant sur la carte un tracé en zig zag très typique, profitant pour passer d'une vallée dans l'autre de points où deux ravins affluents appartenant aux deux cours d'eau principaux s'opposent en formant un point d'ensellement. Les formes des versants sont, je l'ai dit plus haut, toujours très raides ; à la traversée des barres de calcaires moscoviens ou des arkoses quartziteuses cambriennes, il y a production de gorges étroites, de véritables canyons; quand les eaux sont basses, le lit du torrent devient la route des caravanes qui évitent ainsi les détours de la piste ordinaire obligée de suivre des sinuosités nombreuses. Il résulte de cette structure en étroites vallées séparées par des crêtes longues et restreintes en largeur que la circulation est très difficile, la piste montant et descendant constamment, et cela bien que la hauteur absolue des lignes de séparation des vallées soit faible, puisque la cote de 2.000 m. est rarement dépassée et même atteinte et que celle des thalwegs atteigne au minimum 1.500 m. ; normalement l'écart ne dépasse guère 200 m.. Ceci est le caractère distinctif des régions aux sommets faiblement accidentés, je veux dire des anciennes pénéplaines aux lignes jadis égalisées mais reprises par un creusement énergique qui y a sculpté une multitude de vallonnements profonds et rapprochés.

Toute cette région est naturellement peu cultivée. Les fonds de vallées sont beaucoup trop étroits pour qu'on puisse y établir des rizières ; les versants trop raides, les lignes de crête gréseuses ou calcaires sont dépourvues d'eau et portent seulement des bois de pins. Si les villages sont relativement nombreux dans la vallée de Leng-chouéi-keuou et dans celle de Cha-tchong, la cause réside uniquement dans ce fait que c'est le passage de la grande route des lacs et ces villages sont surtout des agglomérations d'hôtelleries pour les mafous et leurs bêtes.

Au nord de le-ma-tchouang la région change complètement d'aspect : seuls affleurent les grès puissants de plusieurs centaines de mètres de la partie inférieure du Moscovien, les calcaires ont disparu par érosion et n'apportent plus leur note particulière dans la topographie ; l'activité des cycles de creusement récents a modelé cette masse de grès sableux en bosses surbaissées. Ces bosses sont séparées par des thalwegs assez profonds, et l'érosion s'y exerce actuellement encore avec intensité ; la mobilité de ces formations et le déboisement qui a détruit la plus grande part des belles forêts de pins qui les couvraient permettent aux eaux sauvages d'y creuser avec une rapidité extraordinaire de profonds barrancos aux parois croulantes.

Cette topographie de collines gréseuses arrondies, violemment colorées en teintes criardes, se développe assez largement vers l'O. dans la direction du haut Fleuve Rouge. Il est à remarquer que la structure

tectonique ne répond pas ici à la topographie, car les grès moscoviens inférieurs sont excessivement plissés, tandis que la surface d'érosion est très régulière.

Examinons maintenant la région montagneuse s'étendant entre la route de Lin-ngan et le Tié-tchen-'ho, avec comme limite au S. la région des bassins d'effondrement qui s'étend du bassin de Mong-tseu à celui de Lin-ngan. Elle offre aussi dans sa forme générale des aspects d'une sénilité souvent accusée à un degré considérable. Un accident tectonique puissant, une faille d'une grande importance, qui traverse la plus grande partie du Yun-nan oriental et que nous désignerons dans l'étude géologique sous le nom de faille de Lou-nan, traverse cette masse montagneuse et met en contact une aire triasique au S. avec les terrains paléozoïques qui dominent au N.-O., à l'exclusion complète des terrains secondaires. La région triasique forme les hauteurs du Si-chann et du Ta-ho-chann à l'O. et au N.-O. d'A-mi-tchéou. Limitée à l'O. par la faille de Lou-nan et à l'E. par la plaine faillée également d'A-mi-tchéou, elle se présente comme une région haute découpée en chaînons courts allongés d'une façon générale N.-N.-E. et alternant avec des vallonnements peu profonds ; l'altitude générale des sommets est régulière, aux environs de 2.000 m.; la tectonique est celle d'une région plissée fortement en plis serrés où alternent constamment les couches marneuses à *Pseudomonotis illyrica* et les calcaires du Muschelkalk, formant une série d'isoclinaux déversés vers le S.-E. ou le N.-O. (fig. 81 atlas); le paysage qui en résulte se montre formé de bosses calcaires allongées vers le N. E. ou le N. N. E. stériles, entre lesquelles les marnes triasiques déblayées ont donné naissance à des vallonnements occupés par des ruisseaux qui, le plus souvent, se perdent dans les chaînons calcaires par suite du relèvement périclinal des synclinaux. Cette structure rappelle aussi localement beaucoup le type jurassien de la région du vignoble de Franche-Comté. Dans sa bordure faillée qui le met en contact avec la région paléozoïque occidentale, les bassins d'effondrement entre des dédoublements de la faille sont nombreux, et occupés souvent par des lacs sans écoulement, beaucoup sont petits et circulaires, tels que les étangs de Ngan-pien-chao, Koun-hoa-tang, Kou-tcha (fig. 155 atlas); le plus grand est celui de Tsin-chouéi-tang; c'est un très remarquable lac de fracture dont je donne la carte (fig. 155 atlas). Allongé contre une falaise de Trias moyen calcaire, ce joli lac, remarquablement étroit, est pour ainsi dire logé dans la faille même ; une partie de ses eaux disparaît par des pertes dans les diaclases du calcaire, tandis que le surplus sort près de 'Hai-houéi par un émissaire qui va rejoindre le Lin-ngan-'ho. Le lac est long de 5 kilomètres, avec une direction N.-S., sa largeur la plus grande est de 450 m. et s'abaisse dans des étranglements à 250 m. Comme la plupart des lacs du Yun-nan, le lac de Tsin-chouéi-tang est en voie d'assèchement, sa largeur ayant été à une époque certainement récente de plus du double, et sa capture par l'affluent du Lin-ngan-'ho s'est opérée depuis peu comme le montre l'allure de l'émissaire au voisinage du point de décharge.

Toute cette région est assez pauvre; seuls les abords des cuvettes fermées, cultivées sur les alluvions qui les colmatent en fèves et en maïs, offrent des ressources ; les bouquets de noyers sont nombreux autour des villages et les châtaigniers sur les grès siliceux dépourvus de calcaire.

Vers l'E. cette région est limitée à la profonde coupure du Pa-ta-'ho aux versants rapides, en canyons dans sa partie basse.

Entre le lac de Tsin-chouéi-tang, le Kiou-kiang et le Pa-ta-'ho affleurent seuls les terrains paléozoïques ; mais comme ils sont variés, ils engendrent une topographie variée. Entre Wang-tang et Lao yun passe une bande de terrains principalement calcaires : Dévonien moyen calcaire, Ouralien et Artinskien calcaires, poudingue du Permien supérieur d'une puissance énorme forment les éléments de cette bande avec, entre Tsin-chouéi-tang et Wou-lou-si-chou, une large et épaisse masse de labradorites en coulées, accompagnées de cinérites et de tufs (fig. 49 atlas). Ici encore, les formes juxtaposées sont souvent dissemblables, mais cependant les formes de maturité sont encore la règle dans les parties hautes; cette bande de calcaires d'âges différents, qui se limite au S.-O. au bassin pliopleistocène de Lin-ngan, n'offre que des barres arrondies, sans accidents brusques, formant un haut plateau bosselé qu'entaillent très profondément à l'E. les affluents du Tié-tchen-'ho orientés N.-E. ou N.-N.-E., c'est-à-dire suivant la direction des plis ; les vallées sont très profondes, les versants remarquablement rapides ; on a l'impression d'un réseau hydrographique dont l'ensemble a rapidement gagné en profondeur sous l'influence du relèvement du pays dans le sens vertical. Toute cette région calcaire est plissée avec dévers dans le sens sud-oriental ; elle est chevauchée au N.-E. par une puissante série, plissée à l'extrême, de Cambrien et de Dévonien

inférieur, presqu'entièrement formés de terrains schisteux, argileux ou argilogréseux qu'accompagnent localement dans le Cambrien un niveau de calcaire bréchoïde et cristallin et des grès compacts en bancs réduits. Le faciès offert par cette partie du Yun-nan présente un intérêt capital dans la démonstration des mouvements épéirogéniques récents. D'une façon générale les calcaires cambriens n'affleurent pas par suite de combinaisons tectoniques diverses, et la plus grande partie du terrain est constituée par les schistes argileux ou argilogréseux cambrio-dévoniens inférieurs ; localement dans le massif calcaire au N. de Ki-tse-tchong et au N. de Mo-kou, la bande calcaire très dure affleure et forme alors une masse abrupte surplombant une région schisteuse qui n'offre, elle, aucun accident saillant. L'ensemble de cette aire occupée par les dépôts paléozoïques antérieurs au Dévonien moyen se montre ainsi constituée de Lao-yun au confluent du Kiou-kiang et du Tié-tchen-'ho par une innombrable quantité de crêtes arrondies ou aplanies, presque toutes d'altitude égale (fig. 156 atlas) ; pour l'observateur placé sur une de ces lignes de crête, la même impression que celle que l'on ressent à la vue de la région du Trias supérieur du Pa-ta-'ho et que suscite la fig. 1 (texte), s'impose immédiatement ; de même ici les vallées s'ouvrent dans cette région anciennement aplanie d'une façon très brusque aux pieds de l'observateur ; elles sont toujours profondes et les têtes de vallées sont toujours elles-mêmes très profondes ; au fond de ces vallées l'allure des cours d'eau est toujours torrentielle ; ces conditions sont générales pour tous les affluents de la rive droite du Tié-tcheng-'ho entre le confluent du Kiou-kiang et le torrent de Ki-tse-tchong qui disèquent profondément toute cette région. Cette structure topographique retentit vivement sur la physionomie générale du pays ; bien que l'altitude générale soit modérée, les communications sont longues d'un village à l'autre à cause des vallonnements profonds parfois de trois cents mètres qu'il faut franchir sans cesse par suite de la ramification poussée à un degré très grand du réseau hydrographique ; les routes ou plutôt les pistes muletières offrent sans cesse des contrastes remarquables : elles suivent pendant un certain temps, sans aucune difficulté, une crête arrondie ou aplanie ciselée dans les schistes argileux jaunes cambriens ou dévoniens, puis brusquement elles descendent en zigzags difficiles avec une pente très rapide au fond d'une vallée profonde. Cette région est très pittoresque : l'altitude presque égale de toutes les régions de crêtes séparant les vallées permet les vues lointaines ; les pistes cheminent constamment dans de belles forêts de pins que l'éloignement des villages a protégé contre le déboisement, tantôt sur la crête elle-même, tantôt à flanc de côte en contournant de très profondes têtes de vallées. A part les belles forêts de pins qui couvrent une étendue très grande entre 'He-mo et Lao-yun, les cultures sont insignifiantes et n'ont pu se développer que dans de petits élargissements de fonds de vallées, où dès lors apparaissent des villages, rares d'une façon générale dans cette région. Je donne fig. 156 atlas un fragment de carte au 1 50000e en levé régulier, montrant l'allure encaissée du torrent de Ki-tse-tchong ; ces gorges étroites et profondes qui dénotent incontestablement une érosion récente et vigoureuse disèquent ainsi profondément une surface d'érosion sénile.

Aux environs du confluent du Kiou-kiang et du Tié-tchen-'ho, c'est-à-dire au S. de la plaine de Po-shi, cette région schisteuse cambrienne et dévonienne se trouve resserrée entre les deux vallées extrêmement profondes toutes deux, et l'attaque simultanée de leurs affluents à l'O. et à l'E. l'a profondément disséquée en une longue arête, entaillée de ravins courts et profonds ; la route muletière de Po-shi à Ta-ka-la se trouve alors localisée sur une longue ligne de crête s'abaissant doucement vers la plaine de Po-shi et pittoresquement resserrée à l'E. et à l'O. par les vallées du Tié-tchen-'ho et du Kiou-kiang qui montrent une série de cycles d'érosion très nets que caractérisent des vallées élémentaires emboîtées. Je reviendrai sur ce sujet en étudiant le réseau hydrographique.

Chaînons de la région du Tié-tchen-'ho : A l'E. du Tié-tchen-'ho qui limite comme une gigantesque coupure N.-S. la région que nous venons d'étudier, s'étend une série de hauts chaînons bordés à l'E. par la zone effondrée triasique du Pa-tien-'ho antérieurement étudiée. Ces chaînons sont régulièrement orientés N.-N.-E., ils alternent parfois avec des plateaux dûs à des portions effondrées limitées par des fractures. Les plus méridionaux de ces chaînons qui constituent le Che-pai-tchai-chann, le 'Hoa-chann, le A-yeou-chann, forment par leur réunion une puissante masse montagneuse finissant en coin vers le S. ; les directrices tectoniques y sont orientées N.-N.-E. et les affluents du Tié-chen-'ho y sont orientés S.-S.-O.. Il en résulte que la vallée principale occupée par le Tié-tchen-'ho est orientée N.-S. et biseaute ainsi les chaînons séparés par des vallées affluentes orientées N.-N.-E. Ici, comme nous aurons fréquemment

l'occasion de le constater au Yun-nan, *la vallée principale n'a aucun rapport de direction avec les directrices tectoniques de plissements, tandis qu'au contraire celles-ci gouvernent la formation des vallées affluentes ;* et ceci est facile à concevoir : la vallée principale s'est installée sur une région à peu près complètement transformée en pénéplaine, et nous le verrons, suivant sa direction de plus grande pente, n'étant aucunement déviée par les accidents tectoniques, ces derniers étant complètement arasés ; au contraire le réseau affluent s'établissant de part et d'autre de la vallée principale a dû nécessairement, pour ce faire, attaquer les parois latérales de celle-ci en se laissant guider par les directions des plis. La vallée du Tié-tchen-'ho offre donc ici dans la section Po-shi A-mi-tchéou l'allure d'une gorge étroite, souvent d'un canyon N.-S. recevant à droite des affluents orientés S.-S.-O.-N.-N.-E. et à gauche des affluents N.-N.-E.-S.-S.-O., or la direction des plis est N.-N.-E.-S.-S-.O. dans cette région.

Dans cette grosse masse montagneuse qui sépare la vallée N.-S. du Tié-tchen-'ho de la zone d'effondrement du Pa-tien-'ho, l'altitude ne dépasse généralement pas 2.000 m., sauf à l'E. de Po-shi; l'ensemble est occupé par le Dévonien moyen et supérieur et par l'Ouralo-Artinskien, tous terrains calcaires ; les affluents du Tié-tchen-'ho s'y sont creusés des vallées généralement discontinues, car la plupart voient leurs eaux s'écouler par des gouffres vers le Pa-ta-'ho. Il en résulte une allure particulière, provenant de ce que peu des vallées supérieures aboutissent au Tié-tchen-'ho profondément encaissé. Cette région est plutôt déserte, inculte, complètement déboisée surtout par les incendies qui la ravagent tous les hivers et qui sont généralement provoqués par les pâtres.

A l'E. de Po-shi, entre Mi-leu et cette ville, l'aspect change un peu d'une façon générale, les chaînons se fondent peu à peu dans de hauts plateaux calcaires ; ils n'offrent plus qu'une hauteur insignifiante de 100 à 150 m. au-dessus des plateaux qui les séparent. Ici le caractère de pénéplanation ancienne apparaît clairement, mais la présence de calcaires, à l'exclusion de toute formation meuble, amène un aspect tout différent de ceux que nous avons appris à connaître dans la région triasique ou dans la région du Yun-long-chann. La disparition des cours d'eau dans la masse calcaire très plissée et diaclasée est déjà très ancienne et depuis très longtemps les vallées aériennes sont mortes et n'évoluent pour ainsi dire presque plus ; tout le réseau hydrographique a gagné en profondeur à mesure que s'abaissait le niveau de base représenté par le Tié-tchen-'ho. Si nous cherchons à donner une idée de cette partie du Yun-nan oriental, comprise entre Po-shi et le bassin de Mi-leu, nous devrons indiquer d'abord que c'est une région karstique par excellence, zone de pitons d'allure bizarre, découpés en ruines, de dolines, de gouffres, de courtes vallées sèches. Presque absolument dépourvue d'eau, sauf dans des dolines colmatées par des argiles, elle est presque entièrement inhabitée. L'allure générale du modelé se ressent vivement de la composition géologique et de l'agencement des terrains entre eux : un profil très caractéristique à cet égard peut être relevé par celui qui se rend de Po-shi à Mi-leu ; en sortant de la petite plaine très cultivée de Po-shi on s'élève sur une série de paliers successifs taillés par les différents cycles d'érosion du Tié-tchen-'ho dans les calcaires du Dévonien moyen entremêlés de schistes marneux, ensemble de formations dans lesquelles l'érosion a sculpté des crêtes vives en échelons orientées N.-N.-E., c'est-à-dire suivant les plis. Près de Wéi-téou-chan une puissante fracture, prolongement S. de la faille de Lou-nan, met en contact les calcaires ouralo-permiens avec le Dévonien moyen (fig. 50 atlas). Il en résulte que cette faille a largement guidé l'érosion et a provoqué la formation d'un brusque à-pic bordé de dolines et de pentes, les calcaires ouralo-permiens étant restés en saillie; à l'E. de cette saillie l'altitude se maintient constamment à des cotes oscillant entre 1900 et 2000 m. sur le plateau de Che-mo, plateau d'Ouralien à *Néoschwagerines* et d'Artinskien, où les couches sont localement ondulées sans plis importants ; à l'E. de Che-mo l'érosion a sculpté un chaînon à peine plus élevé au-dessus du plateau ; le versant oriental de ce chaînon est bordé par un large plateau de calcaires du Dévonien moyen à *Stringocéphales*, calcaires noirs en larges dalles, subhorizontaux, que surmonte à l'E. une autre région de plateaux très différente, sculptée dans le Dévonien supérieur à *Rhynchonella (Pugnax) pugnus*, formé de calcaires blancs à crinoïdes, offrant des bancs pétris de brachiopodes ; cette région est bizarrement formée de pitons élevés ; tous de même altitude, à base arrondie séparés par des dolines souvent très profondes ; l'altitude moyenne des pitons est de 2.000 m.. La traversée de cette bande de calcaires se fait par de mauvais sentiers, extrêmement sinueux, obligés de contourner tous les pitons et toutes les dolines ; les vallées mortes et les pertes y sont innombrables. Orientée N.-N.-E., cette région karstique, certainement une des plus belles qu'il soit donné au géologue d'étudier, forme une bande de pays à peu près déserte, longue de 80 km. et large de 8 à 10 km., commençant à s'individualiser près de Kia-ké au N.-E. de La-li-'hé et se

prolongeant par Ta-me-ti jusqu'à l'E. de Lou-nan ; l'allure de cette bande frappe immédiatement l'observateur ; de Lan-nin-tsin par exemple, placé sur le plateau de Dévonien moyen avec faibles aspérités, il voit devant lui l'horizon barré à l'E. par cette longue barrière de pitons, de crêtes ruiniformes : le contraste entre la manière dont l'érosion a sculpté les calcaires à *Stringocéphales* à peine marneux et les calcaires à *P. pugnus* est un des plus frappants exemples de la façon dont deux types lithologiques différents se comportent vis-à-vis des agents d'érosion ; sur le plateau calcaire du Dévonien moyen l'observateur voit la vue s'étendre au loin sur une immense surface à peu près plane, crevée de dolines et de gouffres, mais sans saillies notables ; à peine entré dans la bande des calcaires à *P. pugnus*, la vue est immédiatement arrêtée par les innombrables pitons qui ne laissent pas apparaître une surface plane même insignifiante dans toute l'étendue de la formation. La fig. 3 texte qui représente le calque des lignes des paysages d'une

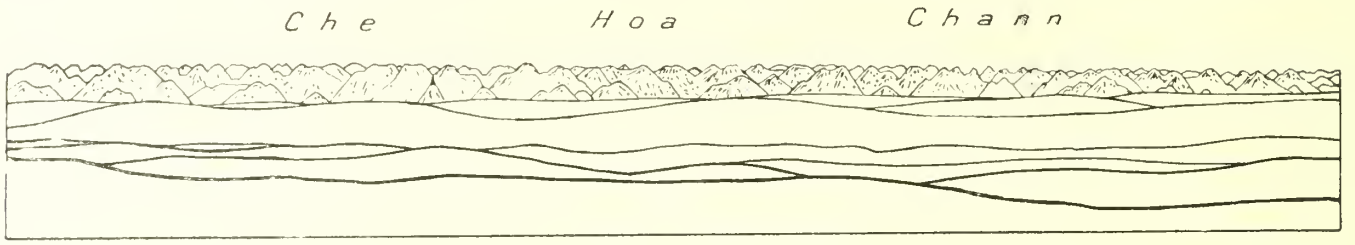


Fig. 3. — Juxtaposition des bandes de calcaire marneux givétien et de calcaire à crinoïdes frasnien à *Pugnax pugnus* à l'E. de Lan-nin-tsin. Aux premiers plans, collines basses semées de dépressions sans écoulement aérien dans le Givétien, contrastant avec les pitons aigus du calcaire frasnien, sculptés dans l'ancienne surface sénile du cycle de Tsouéi-wéi-chan.

photographie panoramique, montre la juxtaposition de deux types de modelé dans des calcaires se comportant respectivement de façon différente vis-à-vis de l'érosion et cependant offrant un caractère commun, l'absorption immédiate de l'eau de ruissellement pour la constitution d'un réseau hydrographique souterrain très important. Cette zone de pitons, comme toutes les parties difficilement accessibles du Yun-nan, est occupée par des Lolos ou des Méos, populations montagnardes très accueillantes si l'on a soin d'éviter de soulever leur méfiance toujours en éveil, situation due aux termes peu confiants dans lesquels ils se trouvent vis-à-vis des Chinois envahisseurs qui les ont peu à peu dépossédés de beaucoup de territoires.

A l'E. de cette zone de pitons du Dévonien supérieur qui forme sur la carte une aire bien délimitée apparaît une nouvelle région calcaire limitée à l'E. par la zone de fractures qui borde à l'O. la région triasique du Pa-tien-'ho ; ce sont ici les calcaires compacts à Fusulines qui affleurent, offrant de grands mouvements montueux très arrondis, en barres allongées, alternent avec des plateaux profondément travaillés par l'érosion souterraine, riches en vallées à entonnoirs de type jurassien ; de plus les chaînons orientés N.-N.-E. sont traversés par des cluses normales à la direction géographique, telle que la cluse de 'Hoa-keuou (fig. 157 atlas).

Ainsi cette région montagneuse située entre Po-shi et l'effondrement de Mi-leu et que les cartes chinoises désignent sous le nom générique de Che-hoa-chann, nous offre encore une région anciennement transformée en pénéplaine, où les altitudes les plus fortes sont à peu près toutes égales ; elle se différencie des précédentes, parce que dans la plupart des cas précédents nous avons vu ces pénéplaines entamées profondément par des vallées étroites à formes de jeunesse ; ici au contraire les accidents de ce genre manquent, et ceci est uniquement dû à la prédominance absolue des horizons calcaires ; le réseau hydrographique est presque complètement souterrain : il en résulte une grande monotonie dans la distribution des cotes altitudinales, comme cela apparaît sur la carte hypsométrique. Cependant les variétés lithologiques sont assez séparées, les calcaires sont assez différents les uns des autres pour avoir dans des conditions semblables donné des modelés différents, tels que les plateaux sans accidents de Devonien moyen et la bande sculptée en pitons élevées d'altitude égale et en cuvettes fermées du Dévonien supérieur à *Pugnax pugnus*.

Plateaux entre Tou-tza et Yi-léang : Vers le N.-N.-E., dans la région de Lou-nan et de Lou-léang, le faciès de plateau se précise de plus en plus ; la circulation des eaux souterraines est intense et les vallées

aériennes, par contre, offrent des faciès de maturité remarquables. Les terrains représentés s'échelonnent du Dévonien inférieur au Permien supérieur, en formant de longues bandes parallèles ; de puissantes failles, à peu près parallèles aux plissements, c'est-à-dire N.-N.-E., ont introduit de la diversité dans ce paysage si monotone par sa régularité d'altitude, en juxtaposant des terrains susceptibles de donner des formes élémentaires différentes dans le modelé.

Les bandes de terrains parallèles et les zones de modelé que nous avons étudiées entre Po-shi et Mi-leu se poursuivent ici avec des caractères analogues : la route de Tou-tza à Yi-léang les recoupe et c'est certainement l'itinéraire le plus intéressant à parcourir pour celui qui voudrait prendre rapidement une idée de la physionomie de ces hauts plateaux.

A l'E. ces plateaux viennent en contact avec la région effondrée formée de Trias inférieur qui s'étend de Je-chouéi-tang à Ta-kouang-fein ; le contact se fait par fractures qui sont le prolongement précis de celles que nous avons signalées plus au S. comme mettant en contact le Trias de la région de Mi-leu, Je-chouéi-tang avec la région paléozoïque calcaire d'entre Mi-leu et Po-shi. Les fractures principales se subdivisent parfois en fractures parallèles N.-N.-E. rapprochées, qui délimitent des compartiments effondrés entre eux, d'où l'apparition dans le paysage tout le long de la région triasique de zones effondrées linéaires où se perdent les eaux. Une étroite bande de calcaire du Dévonien moyen court ainsi de Ho-i à Tchao-koua avec une direction N. N. E. en se dilatant un peu dans la région de Tchao-koua ; cette bande formée de calcaires compacts verdâtres est resserrée entre la région triasique et une bande de schistes marneux, écrasés par compression, appartenant au Cambrien et au Dévonien inférieur. Limitée dans la région de Ho-i à l'E. et à l'O. par des failles, cette bande dévonienne est restée en saillie sous forme d'une curieuse masse montagneuse aux versants abrupts, le 'Hoa-tong-chann, (2.000m) que l'érosion rapide a déchaussé en déblayant à l'E. les terrains meubles du Trias inférieur, à l'O. ceux du Cambrien et du Dévonien, meubles également. Le profil fig. 5 (atlas) montre l'allure de cette curieuse saillie calcaire. Vers le N. le 'Hoa-tong-chann se prolonge par une longue bande calcaire, étroite et arrondie, de 2.000m. d'altitude, s'élevant de 200m. en moyenne au-dessus de la haute vallée de la rivière de Mi-leu, c'est-à-dire du plus long des cours d'eau dont la réunion forme le Pa-tien-'ho, et la surplombant par un versant rapide brisé en échelons, dû à la présence des failles N.-N.-E.

A l'O. le complexe cambrien et dévonien inférieur schisto-marneux dans la région de Ho-i, le Permien supérieur formé de grès et de marnes bariolées près de Hou-lou-keuou viennent en contact direct avec le Dévonien moyen, soit normalement, soit par faille, soit par transgression, et les eaux drainées dans cette zone de terrains meubles viennent se perdre le long de la bordure calcaire Le chemin muletier de Mo-tou-tsin à Tou-tza longe pendant longtemps le contact de la bande calcaire et de la bande schisto-marneuse et gréseuse, et rien n'est plus caractéristique que la série d'ombilics, de dépressions fermées grandes ou petites, qui jalonnent le contact ; dont une des plus importantes est celle de Hou-lou-keuou, entonnoir au fond duquel se trouve le village ; mais la plus remarquable de beaucoup par son étendue est la dépression fermée de Tchao-koua formant lac temporaire (fig. 158 atlas).

Le meilleur moyen de se rendre compte de façon précise de l'aspect de la région des hauts plateaux qui s'étend entre Tchao-koua et Yi-léang consiste à suivre la route muletière, car elle recoupe les mêmes bandes de terrain que la route située beaucoup plus au S. de Mi-leu à Po-shi et partant donne des formes topographiques semblables, mais ici les bandes se développent davantage en largeur. Je donne fig. 158 (atlas) un fragment d'itinéraire destiné à montrer les formes absolument différentes du modelé suivant les divers terrains que l'on traverse : ainsi, en partant de Tchao-koua et de sa bande de collines permiennes gréso-marneuses, à faible pente, peu élevées, on traverse une bande de Dévonien moyen (*calcaires à Peronella*) suffisamment épaisse pour donner naissance à une bande rocheuse qui se suit très loin vers le N.-N.-E., remarquablement sculptée en dolines et pitons ou murailles ruiniformes ; le passage d'une bande de Dévonien inférieur, au-delà de laquelle reparaît le Dévonien moyen, donne une suite de vallonnements aux pentes douces et arrondies dans le premier terrain formé de marnes sèches et de schistes gréseux très marneux, tandis que reparaissent les pitons dans le second ; la réapparition près de Pa-mao-tseu des marnes du Dévonien inférieur sur une large surface donne de nouveau des mouvements largement arrondis. A l'E. de Pa-mao-tseu apparaît une zone intéressante par son processus de sculpture ; elle est formée de deux éléments vivement contrastants : entre Ta-hi-ti et Pa-mao-tseu s'étend une vaste dépression

formée de grès sableux extrêmement meubles, au milieu de laquelle surgissent des rochers calcaires escarpés, souvent aigus, apparaissant absolument comme des îles calcaires au milieu d'une mer gréseuse, exactement avec l'aspect présenté par le dessin fig. 4 (texte).

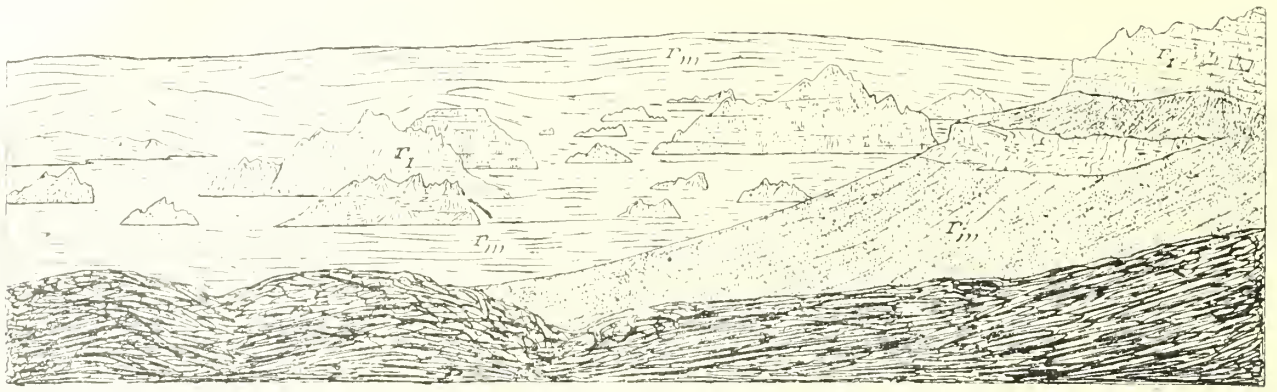


FIG. 4. — Calcaires ouraliens et artinskiens émergeant du milieu des grès rouges permiens dans la plaine de Ta-hi-ti. L'érosion a déblayé le Permien supérieur formé de grès sableux meubles r_{III}, déposés transgressivement sur les calcaires permiens r_I et ayant enrobé ceux-ci, profondément disséqués par une érosion antérieure au dépôt des grès et postérieure à l'Artinskien. Vue prise depuis le sentier de Pa-mao-tseu à Ta-hi-ti.

La forme des rochers calcaires nous offre, fait remarquable, les restes d'une topographie permienne : en effet, les calcaires sont formés par de l'Artinskien à *Martiniopsis inflata*, etc., tandis que les grès sableux appartiennent au Permien supérieur ; l'érosion sculpta profondément les calcaires artinskiens en leur donnant des formes identiques à celles que nous observons aujourd'hui dans la baie d'Along, puis ces formes topographiques ruiniformes furent enrobées complètement par le dépôt des grès du Permien supérieur, l'érosion récente rapide a déblayé facilement en ce point les sables gréseux et les rochers artinskiens ; nous voyons ainsi apparaître à nos yeux une topographie permienne sortant des grès sableux qui la masquaient, absolument comme une Pompéi sortant des cendres qui la protégèrent tout en l'ensevelissant.

Vers le N., c'est-à-dire vers Lou-léang, le déblaiement est beaucoup moins complet et la surface topographique apparaît au contraire monotone ; ce sont de grandes collines à pentes douces, souvent même de vastes étendues plates, sculptées dans les marnes et les grès sableux, remplies d'étangs ; riches en gisements de sel et de gypse ; Lou-léang s'élève dans cette région très aplanie.

Poursuivant vers l'E., nous voyons apparaître de nouveau le Dévonien supérieur, mais ici les calcaires à *Pugnax pugnus* si caractéristiques, sculptés en pitons, que nous avions rencontrés entre Mi-leu et Po-shi, n'existent plus, et une importante variation de faciès a transformé ici ces calcaires spathiques et durs en marnes calcaréogréseuses qu'accompagnent d'autres horizons du Dévonien supérieur, tous formés de grauwackes ou de calcaires marneux ; c'est la zone de collines très surbaissées, au bord de laquelle s'élève le village de Ta-hi-ti; la route circule dans cette région de Dévonien supérieur, à laquelle fait suite à l'E. une bande de Dévonien moyen, à travers un grand plateau monotone qui va se souder au N. au plateau permien de Lou-léang. Cette zone dévonienne se heurte à l'O. par une ligne de fracture au Carbonifèrien et au Permien qui s'étend largement vers le N.. C'est la région de Lou-nan et de Tien-sen-kouang, très remarquable au point de vue des phénomènes karstiques : par endroits les calcaires criblés de gouffres, creusés de dolines, sculptés en ruines couvrent des étendues immenses, à une altitude normale de 2.000 m. La plupart des cours d'eau se perdent très rapidement. Deux vallées aériennes seulement se montrent bien indiquées dans cette région : l'une, celle de la rivière de Lou-nan se dirige vers le S.-E., dans la direction des plis, puis brusquement s'approfondit en une gorge extrêmement étroite où la rivière descend de chute en chute jusqu'au Tié-tchen-'ho; la seconde, celle du haut Pa-ta-'ho qui porte dans cette section le nom de Si-chann-ta-'ho, traverse normalement le prolongement septentrional de ce plateau en y entaillant au N. d'Ho-mo-tchan un canyon extrêmement profond. Des fractures parallèles ou presque parallèles à la direction N.-N.-E. des axes des plis découpent cette région de calcaires en paliers gigantesques. Les couches y sont très peu plissées, souvent même dans le même plan pendant plusieurs kilomètres ; la coupe géologique fig. 47 atlas, à laquelle je prie le lecteur de se reporter, montre parfaitement la structure de cette région. L'érosion a parfois ciselé la surface des calcaires d'une façon étrange, comme dans les aiguilles d'Ho-mo-tchan ou de Touan-sin-chao (Voir Che-pan) qui rappellent les menhirs bretons.

Région paléozoïque des lacs

La région des grands lacs va nous offrir de nouveaux types de paysages très différents des précedents. Le type de lac de fracture y apparaît avec l'évidence la plus absolue ; l'alignement généralement presque rectiligne et le parallélisme des rives des lacs, la raideur de leurs versants, tout montre que les fractures ont joué dans la formation des lacs un rôle absolument prépondérant ; la géologie, du reste, vient complètement corroborer cette impression, en nous montrant ces dépressions situées sur le trajet de grandes failles d'allure générale N.-N.-E. De hautes chaînes parallèles à leur alignement, enveloppent ces lacs, chaînes dont la complication au point de vue tectonique est extrême. La direction de ces lacs, tous plus longs que larges, est identique : tous s'allongent vers le N.-N.-E., sauf le Ki-lo-hou ou lac de Tong-'hai.

Les lacs du Yun-nan forment au point de vue pittoresque une région privilégiée, surtout les lacs orientaux, dont le plus majestueux est sans contredit le Fou-sien hou ou lac de Tch'eng-kiang qui est une véritable merveille.

Je décrirai les régions en allant de l'est à l'ouest et considérerai successivement : 1° Chaînes entre le Tie-tchen-'ho et les lacs orientaux ; 2° Zone des lacs orientaux ; 3° Zone de plateaux et collines à l'ouest des lacs orientaux ; 4° Lac de Yun-nan-fou.

Chaînes entre le Tié-tchen-'ho et les lacs orientaux : J'appelle lacs orientaux les lacs de Tong-'hai, Kiang-tchoan, de Tch'eng-kiang et de Iang-tsong ; tous situés sur une même zone étroite qui s'étend de Tong-'hai à Tang-tche, par opposition au Kouen-yang-'hai ou lac de Yun-nan-fou, parallèle aux précédents, mais placé sur une ligne plus à l'ouest.

Entre les lacs orientaux et le Tié-tchen-'ho s'élève une puissante masse montagneuse dont je vais donner un aperçu rapide. La principale caractéristique réside dans les vallées extrêmement profondes et d'une remarquable étroitesse qui la découpent en chaînons N.-N.-E. ou N.-E., parallèles ou à peu près parallèles à l'orientation des plis traversés obliquement par le Tié-tchen-'ho, et dont plusieurs sont émissaires du lac de Tch'eng-kiang, soit par émissaire aérien, soit par pertes. Je renverrai le lecteur à la carte hypsométrique et à la carte hydrographique qui expriment suffisamment ces faits.

Une première chaîne bien dessinée, le 'Hoang-long-chann, limite au N.-O. le lac de Tong-'hai, formant un arc de cercle dont la convexité est tournée vers le N., cette chaîne ne coïncide pas tout à fait avec la direction des plis qui sont N. E.-S. O., mais tendent cependant à s'infléchir vers l'O. Cette chaîne est bordée au S. par la dépression lacustre pliopleistocène de Kouan-in, actuellement transformée en une plaine d'une merveilleuse richesse au point de vue agricole ; formée exclusivement de Moscovien très plissé, cette chaîne offre l'allure ordinaire donnée au Yun-nan par les dépôts de cet âge ; des barres calcaires formées par le niveau moyen du Moscovien constituent des saillies énergiques au milieu des formes arrondies données par les étages des horizons gréseux inférieur et supérieur dont l'épaisseur est énorme. Des ravins très profonds, aux versants très rapides, entaillent cette chaîne avec une direction N.-S. La route de Mong-tseu à Yun-nan-fou emprunte un de ces ravins et monte à flanc de montagne d'une façon très pittoresque jusqu'au village de Tchong-ho-pou. Ici encore apparaît le caractère particulier aux chaînes yunnannaises : la monotonie des lignes de sommets offrant des formes mûres, tandis que les vallées étroites sont caractérisées par leur aspect de jeunesse, d'autant plus caractéristique qu'il se présente souvent dans les formations gréseuses très meubles qui, pour offrir des versants encore aussi rapides, ont été nécessairement entaillées rapidement et depuis une époque relativement récente ; nous sommes renseignés sur le début de la période de creusement par les terrasses de la vallée du Kiou-kiang, à son passage dans l'ancien lac de Kouan-in, sculptées dans le Pliocène. L'ensemble de la chaîne ne dépasse pas 2.200 m., la route muletière du Yun-nan-fou la franchit à l'altitude de 2.025 m ; puis redescend à la cote 1.900 dans le vallon abrupt de Cha-pa-keuou à Pé-po-tio, creusé dans les grès sableux bigarrés du Moscovien inférieur. Le revers N. est occupé par les calcaires à *Spirifer mosquensis*, formant de grands mouvements arrondis remplis de dépressions sans écoulement ; la route la traverse et atteint à sa limite le lac de Tong-'hai ou Ki-lo-hou à l'altitude de 1.820 m.

Les chaînes que nous venons d'envisager s'infléchissent d'une part vers l'O., dans le Yun-nan occidental, de l'autre, elles se relèvent de plus en plus vers le N.-N.-E., entre le Tié-tchen-'ho et les lacs, mais de façon à recouper le cours de ce fleuve dirigé N.-S. ; leur altitude croît en même temps et quelques points entre Po-shi et le lac de Tch'eng-kiang surpassent 2.500m comme l'indique la carte hypsométrique. Dans la région de Ninh-tchéou l'ensemble est formé de chaînons parallèles, correspondant à des plis brachyanticlinaux et brachysynclinaux généralement déversés vers le S.-E., formés surtout par le Carboniférien moyen épais au total d'au moins 900m ; l'érosion guidée par ces plis y a laissé en longues saillies arrondies les calcaires à *Fusulinella Locsyi* en déblayant les grès inférieurs et supérieurs. A l'E. de Ninh-tchéou les massifs calcaires ouraliens interviennent, formant une longue crête de pitons de 2.400 à 2.500m.

Des cluses, normales à la direction des axes orographiques et tectoniques, entaillent profondément à à l'E., cette série de chaînons parallèles : telle est la vallée de la rivière de Ninh-tchéou, tributaire du Kiou-kiang.

Du côté de Po-shi la chaîne s'abaisse rapidement sur la vallée du Tié-tchen-'ho par une brusque dénivellation de 1.300m en moyenne. La route de Tong-'hai à Po-shi par Ninh-tchéou franchit cette chaîne à l'altitude de 2.270m ; sur le revers occidental, entre Ninh-tchéou et la ligne de crête, elle s'élève autant que possible sur les croupes de grès moscoviens ; sur le revers oriental elle doit descendre rapidement sur les calcaires ouraliens très durs, ce qui la rend particulièrement mauvaise ; la descente sur Po-shi est une des plus mauvaises routes du Yun-nan, où pourtant presque toutes les routes sont mauvaises, quand elles ne sont pas dangereuses comme dans le nord, dans le bassin du Fleuve-Bleu.

Ainsi la physionomie générale des chaînes comprises entre le lac de Tong-'hai et le Tié-tchen-'ho peut se résumer ainsi : chaînons parallèles N.-N.-E. avec rare inflexion N.-S., concordant avec les plis, de plus en plus élevés vers l'E. avec chute rapide sur le Tié-tchen-'ho dans la région de Po-shi, avec quelques gorges normales aux plis. Région ordinairement très pauvre, les grès moscoviens étant complètement stériles et les massifs calcaires elevés et taillés en masses abruptes où partout affleure la roche ; à titre exceptionnel se présente le petit bassin de Ninh-tchéou, colmaté par les alluvions et installé en rizières. Un fait frappant apparaît ici, rappelant ce que nous avons déjà vu précédemment : c'est la monotonie de la ligne des sommets dont le caractère de maturité est des plus précis.

Au N. de Ninh-tchéou, entre le Fou-sien-hou (lac de Tch'eng-kiang) et le Tié-tchen-'ho, les directions orographiques prennent une allure un peu différente : les directions tectoniques sont orientées vers le N.-N.-E. et les directions orographiques s'allongent parallèlement à elles ; l'ensemble de la région du Wan-song-chann et du Wou-tsa-chann est très élevé, se maintenant entre 2.000 et 2.400 m., avec quelques points au-dessus de 2.500 (entre Tsin-long-kai et le lac de Tch'eng-kiang). Cette région peut être caractérisée de la façon suivante : zone de hauts sommets très arrondis, parfois remplacés par des méplats étendus, accusant une maturité complète, sculptée localement avec un modelé différent, suivant que l'on circule dans le Cambrien ou dans les calcaires ouralopermiens, entaillée par des vallées excessivement profondes, aux versants abrupts, souvent creusées au fond en gorges offrant le type de canyons ; telles sont : la vallée du torrent de Tsin-long-kai, celle du déversoir du lac de Tch'eng-kiang, à peu près allongées suivant les directions tectoniques ; ici encore, plus peut-être que dans les régions déjà envisagées, l'opposition des formes séniles dans les sommets et des formes de jeunesse dans les vallées est frappante ; cette masse montagneuse qui s'élève entre le Fou-sien-hou et le Tié-tchen-'ho, apparaît donc comme limitée par des versants abrupts : à l'E. par la gorge du Tié-tchen-'ho, à l'O. par la fracture puissante, qui borde la longue fosse du lac de Tch'eng-kiang. Des failles d'amplitude énorme ont permis dans ces vallées si rapidement creusées l'existence d'à-pics considérables : souvent, en effet, le Cambrien marneux vient en contact direct suivant des plans verticaux ou très inclinés avec les masses calcaires ouralopermiennes, et le déblaiement rapide du Permien, dû au prompt approfondissement des vallées, a donné naissance le long du miroir de la faille à d'énormes surfaces verticales : telles sont les vertigineux à-pics qui se dressent au N.-N.-E. de Lou-khi où une faille met en contact les calcaires marbres ouraliens et les grès sableux moscoviens. Ajoutons qu'outre les fractures radiales, cette région est disloquée d'une façon intense, formée de chariages provoquant des contacts anormaux fréquents (coupe fig. 99 atlas). Donc ici, comme ailleurs, une région profondement plissée, mais arasée, où la pénéplanation offre dans les parties hautes des caractères fortement imprimés, a été de nouveau entaillée par un cycle d'érosion intense, prolongé et récent, qui a provoqué du reste la capture du lac de Tch'eng-kiang ; cette rapidité du creusement est

attestée par l'étroitesse des vallées : le déversoir du lac de Tch'eng-kiang notamment est un véritable couloir profond en certains points de 8 à 900 m ; dont la largeur n'excède pas à la partie supérieure, plus d'une centaine de mètres et dans la partie moyenne il n'y a parfois que quelques mètres d'écartement entre les parois.

Entre les vallées, les régions aplanies des hauts sommets sont sculptées de façon variable : dans le Cambrien une multitude de rigoles étroites, à versants régulièrement inclinés, circonscrivent des collines monotones aux sommets presque plans ; dans les calcaires ouralopermiens on retrouve la sculpture en pitons et dolines avec gouffres d'absorption , il y a généralement, par suite des contacts anormaux, failles ou plis failles, juxtaposition de ces types de modelé très différents.

Les profils fig. 139 (atlas) montrent d'une façons chématique l'allure de la région entre le Tié-tchen-'ho et le lac de Tch'eng-kiang et l'opposition des formes séniles anciennes aux formes jeunes récentes.

Remarquons ici encore que la vallée du Tié-tchen-'ho ayant son cours orienté N.-S., c'est-à-dire ne concordant pas avec la direction des plis ; ses affluents au contraire s'orientent suivant les axes des plis. Ce fait a une importance extrêmement considérable, comme nous le montrerons dans l'étude de la formation du réseau hydrographique.

Les chaînons du Wou-tsa-chann traversent obliquement la vallée du Tié-tchen-'ho, entre Yi-léang et Lou-fong-tsouen, pour former les masses montagneuses aux orientations mal dessinées du Hoa-so-chann et du San-tai-chann, d'altitude moyenne de 2.300 m . En réalité, il n'y a pas de chaînes véritables, mais de gros pâtés montagneux délimités par des affluents de rive gauche du Tié-tchen-'ho orientés N.-E.-S.-O., et dont le plus important est la rivière de Lou-nan. Celle-ci coule d'abord sur le plateau de Lou-nan pour s'engager dans son cours moyen dans une profonde gorge où elle descend en cascades ; puis elle gagne le Tié-tchen-'ho à Lou-fong-tsouen par une vallée très profonde, dans laquelle les cycles successifs d'érosion sont inscrits d'une façon remarquable et où les vallées élémentaires emboîtées se laissent nettement reconnaître à première vue par la fraîcheur de leurs versants, témoignant ici comme ailleurs de la rapidité du creusement. Ainsi il n'y a pas à proprement parler ici de chaînons orographiques distincts, mais de masses montagneuses dont la délimitation apparente est simplement due à la dissection de la région par les cours d'eau, masses qui, en arrière, vers le N.-E. à l'origine des affluents, viennent naturellement se souder avec les plateaux d'entre Lou-nan et Lou-léang, que nous avons étudiés précédemment.

Zone des lacs orientaux : J'ai dit précédemment que je désignais par le terme de lacs orientaux les lacs de Tong-'hai ou Ki-lo-hou, de Kiang-tchoan ou Sing-yun-hou, de Tch'eng-kiang ou Fou-sien-hou et de Iang-tsong. Ces lacs sont remarquablement distribués sur un alignement presque N.-S. Le lac de Kouen-yang ou Tien-che forme un alignement parallèle à celui-ci.

Les lacs orientaux apparaissent nettement comme le produit de fractures puissantes ; les coupes et la carte géologique le prouvent surabondamment ; mais, même en mettant à part les caractères géologiques, ce caractère de lacs de fracture saute aux yeux, lorsqu'on constate la forme de leurs rives généralement rectilignes ou à grandes courbures peu prononcées et le parallélisme de celles-ci. Le lac de Iang-tsong et le lac de Tch'eng-kiang sont placés rigoureusement dans le prolongement l'un de l'autre et, la carte géologique le montre, sur le même réseau de failles. La structure géologique est très différente de part et d'autre de ces deux lacs dont l'effondrement, qui a provoqué leur formation, a été accompagné d'une énorme dénivellation. Comme je le montrerai par l'étude des variations du réseau hydrographique, les grands lacs yunnannais ont été beaucoup plus importants qu'ils ne sont actuellement : ceci cependant s'applique plus précisément au lac de Kouen-yang dont la superficie a fortement diminué, par suite de sa capture par un affluent du Yang-tseu : car les lacs orientaux logés dans des fosses profondes aux versants rapides et souvent même abrupts, n'ont guère pu, par suite de leur capture par des affluents du Tié-tchen-'ho, que changer de niveau en diminuant peu à peu de profondeur, mais n'ont que fort peu diminué en surface. Cependant quelques modifications bien visibles ont été apportées localement. Ainsi il est incontestable qu'avant sa capture par le Tié-tchen-'ho, le Fou-tsien-hou ou lac de Tch'eng-kiang ne formait qu'un tout avec le Sing-yun-hou ; j'ai retrouvé à une hauteur considérable des couches à *Margarya* montrant qu'à une époque relativement récente il en était encore ainsi. Les lacs de Tch'eng-kiang et de Iang-tsong ont également perdu de leurs dimensions en longueur, comme le montrent les plaines alluviales qui les terminent à chaque extrémité et dues à la fois au retrait des eaux des lacs et au comblement alluvionnaire par des torrents.

Ki-lo-hou : Le Ki-lo-hou ou lac de Tong-'hai est le plus méridional des lacs du Yun-nan oriental (1). D'une superficie d'environ 117 kmq, il forme un vaste bassin irrégulier, logé en grande partie dans le Carbonifèrien moyen. Il reçoit une grande quantité de torrents qui ne fonctionnent généralement que lors des pluies d'été : à ce moment son niveau s'élève de plus de deux mètres. Le Ki-lo-hou est en voie de retrait caractéristique; bordé sur sa rive orientale par une fracture, il se perd par de multiples fissures dans les calcaires carbonifériens : la plus importante de ces pertes est celle de Lo-chouéi-tong où existe un gouffre rempli par des éboulis ; lors des crues d'été le niveau du lac s'élève suffisamment pour que les eaux soient absorbées par cette perte ; en hiver au contraire, pendant les sept mois où d'une façon générale il ne pleut pas, le niveau s'abaisse et les eaux n'atteignent plus le gouffre ; l'évaporation joue alors un rôle considérable dans l'abaissement du lac.

Le fait du retrait des eaux a permis d'établir d'importantes rizières sur les alluvions, d'où sur une partie du pourtour du lac une source de richesse et par suite le nombre des agglomérations humaines : c'est d'abord la jolie sous-préfecture de Tong-'hai environnée de villages qui se multiplient sur les rives du lac jusqu'à la ville de Ho-si, petit centre également prospère. Cette région offre un aspect charmant : les collines boisées qui environnent le lac, portant sur leurs flancs de jolies pagodes, la nappe bleue entourée de vertes rizières, tout concourt pour offrir à l'œil des tableaux extrêmement gracieux.

L'altitude du Ki-lo-hou est de 1.820m. Sa profondeur n'excède pas 15 m.

Sing-yun-hou ou lac de Kiang-tchoan : Ce lac, dont l'axe est presque N.-S., tire son deuxième nom de la ville de Kiang-tchoan, sous-préfecture située au N. du lac dans la plaine d'alluvions laissée par le retrait des eaux. La forme rectangulaire et le parallélisme de ses rives escarpées indiquent de suite son caractère de lac de fracture. Sa superficie est de 100 kmq ; sa profondeur qui a été très considérable, comme le montrent les dépôts à *Margarya* plaqués à une grande hauteur sur ses côtes, n'est plus que d'une vingtaine de mètres. Les hauteurs qui le bordent à l'E. et à l'O. formées de grès et de calcaires carbonifériens offrent des versants très rapides plongeant brusquement dans le lac. Le Sing-yun-hou offre, au point de vue pittoresque, un caractère différent du Ki-lo-hou, dû surtout à la raideur des versants qui forment ses rives, empêchant l'extension des rizières si développées sur les bords de ce dernier.

Au N. du Sin-yun-hou s'étend une plaine d'alluvions relativement récente, très plate, couverte de rizières et entourée de hauteurs dont les caractères sont identiques à ceux des versants du lac lui-même ; cette plaine apparaît nettement comme le prolongement septentrional du lac, exondé par le retrait des eaux. La richesse de cette plaine a provoqué la formation du centre de Kiang-tchoan qui est une sous-préfecture entourée d'une quantité de très gros villages.

Le Sing-yun-hou s'écoule par un émissaire dans le lac beaucoup plus important de Tch'eng-kiang ou Fou-sien-hou. Cet émissaire forme une *cluse* étroite traversant normalement le chaînon qui sépare l'extrémité méridionale du Fou-sien-hou du lac de Kiang-tchoan ; il débute à 'Hai-men-kiao (v. carte hypsométrique). Ce déversoir est navigable pour de grosses barques pouvant porter 3 tonnes de marchandises.

La physionomie des chaînons montagneux qui entourent le Sing-yun-hou est très caractéristique. Ce sont de longues ondulations sans accidents notables, se maintenant aux environs de 2.300 m. en moyenne, orientées ici comme les axes tectoniques, du N.-E. au S.-O., restes de l'ancienne topographie sénile antérieure aux cycles d'érosion postpliocènes et que recoupe obliquement la dépression du Sing-yun-hou.

Fou-sien-hou ou lac de Tch'eng-kiang : Le lac de Tch'eng-kiang, dans lequel s'écoule le Sing-yun-hou par le déversoir de Hai-men-kiao, est le plus remarquable des lacs yunnanais par ses rives sauvages, d'un grandiose incomparable. D'une façon générale, il est orienté N.-S. à quelques degrés près, avec légère déviation vers l'E. Beaucoup plus long que large, il offre, comme le montre la carte une partie méridionale étroite, tandis que sa moitié septentrionale se dilate largement. Les rives presque rectilignes,

(1) Je ne range pas dans la catégorie des lacs les étangs de Ta-touen (Li-hai) et le Tchang-kiao-hai au N. de Mong-tseu, qui ne sont plus que des témoins plus ou moins marécageux de l'ancien lac de Mong-tseu.

escarpées, le désignent immédiatement comme une fosse due à de fortes dénivellations. De hautes altitudes le séparent du Tié-tchen-'ho ; ce sont les masses montagneuses du Wan-song-chann et du Wou-tsa-chann que j'ai décrites précédemment et dont la hauteur moyenne est de 2.300 m. A l'O. les sommets élevés du Tien-chann se terminent sur le lac en contreforts d'une hauteur considérable avec des versants extrêmement rapides. Des sommets très pittoresques le surplombent en certains points comme la remarquable aiguille qui se dresse au bord du lac au-dessus du village de Tien-chann.

L'allure encaissée de l'ensemble du lac est frappante, comme la forme abrupte des montagnes qui l'enserrent, se transformant parfois en ressauts verticaux comme les gigantesque à-pics de calcaire carbonifèrien de Hou-che-ngai, qui dominent verticalement le lac de 800 m. Cette fosse sépare deux régions géologiquement très différentes par leurs affleurements : à l'O. de grands plis formés de terrains carbonifériens, à l'E. au contraire un empilement de plis couchés et de nappes où le Cambrien chevauche largement l'Ouralien (v. la carte géologique et le carton fig. 104 atlas).

Ce beau lac de fracture est long de 33 km. Il se laisse diviser à peu près exactement en deux moitiés ; la partie sud, étroite, n'excède pas 6 km. de large, tandis que la partie septentrionale atteint jusqu'à 14 km. Les eaux reposant presque partout sur un fond rocheux offrent une transparence remarquable. La profondeur est très considérable et paraît atteindre jusqu'à 150 m.

Sa superficie totale est d'environ 285 kmq. Les rives abruptes n'offrent pas de place pour la culture, sauf au débouché du déversoir du lac de Kiang-tchoan où une petite plaine d'alluvions porte des rizières et au printemps des fèves, principale culture depuis la suppression de celle du pavot ; quelques hameaux s'y sont installés.

La rive occidentale porte plus de villages que la rive orientale complètement dénudée, abrupte, et où la déforestation est complète. Le sentier de Kiang-tchoan à Tch'eng-kiang suit la rive occidentale tantôt à une certaine hauteur au-dessus du lac, tantôt longeant immédiatement la nappe d'eau et traversant d'étroites petites terrasses, où ont pu s'établir des villages : Min-hin, Li-tchang, Lou-tchang, Tien-chann, entre lesquelles la côte est abrupte. Rien de semblable sur la côte orientale constamment abrupte ; les versants plongeant avec une inclinaison rapide, souvent même verticalement dans la nappe du lac, il n'existe aucune de ces petites terrasses de la côte orientale favorisant l'installation d'un petit centre de culture et partant d'une agglomération humaine. Ici le sentier muletier de Tcheng-kiang à 'Hai-keuou doit constamment se maintenir sur les lignes de crête du Wou-tsa-chann ; un seul centre habité a pu s'établir à l'entrée du déversoir du lac vers le Tié-tchen-'ho, c'est le groupement des hameaux de Hai-keuou, Tou-ouang-tchouang, surtout alimentés par la pêche au filet très fructueuse dans ces lacs remarquablement poissonneux.

Si les longues côtes orientale et occidentale, cette dernière surtout, s'opposent par leur allure escarpée à l'établissement de cultures et de centres habités, il en est tout autrement des extrémités méridionale et septentrionale. Là, le retrait des eaux du lac, dû à la fois à la capture par un affluent du Tié-tchen-'ho qui, en s'approfondissant, a provoqué un important abaissement de son niveau et le comblement par des alluvions apportées par les torrents descendant au N. de l'important massif du Lo-tchang-chann, a provoqué la formation de riches plaines culturales. La plus méridionale, étroite et enserrée entre des falaises calcaires ouraloartinskiennes représentant les anciennes rives du lac, a groupé des villages prospères, tel que Lou-khi. Mais la plus importante est la belle plaine de Tch'eng-kiang, formant au N. le fond de la fosse du Fou-sien-hou, rempli par l'envahissement des alluvions récentes. Admirablement arrosée par les torrents descendant du Lo-tchang-chann, que les Chinois ont subdivisés en canaux d'irrigation, elle est couverte de cultures où prédominent actuellement le riz et les fèves, ces dernières ayant remplacé le pavot jadis cultivé là, sur une vaste échelle. La conséquence est une agglomération considérable de centres habités ; les gros villages pullulent dans cette plaine et au milieu d'eux se trouve le groupement plus important de la sous-préfecture de Tch'eng-kiang.

Le lac de Tch'eng-kiang se déverse dans le Tié-tchen-'ho par un émissaire qui débute à 'Hai-keuou et s'encaisse immédiatement pour prendre la forme d'une gorge profonde et remarquablement étroite à l'allure de canyon. Mais le lac possède d'autres points d'écoulement. Il se perd en effet sur sa côte orientale dans les cassures qui traversent les calcaires ouraliens ; la plupart de ces pertes communiquent avec des résurgences apparaissant dans la vallée du torrent de Tsi-long-kai ou dans des ravins affluents de celle-ci. Une des plus intéressantes est celle de Tou-pi, près de Tsin-long-kai, dans laquelle la communication

directe avec le lac de Tch'eng-kiang se démontre d'elle-même d'une façon très curieuse ; en effet, la résurgence est remplie de coquilles de mollusques, lamellibranches et gastropodes, par exemple les caractéristiques *Margarya* qui vivent uniquement dans les lacs ; ces coquilles sont entraînées depuis le lac et arrivent généralement brisées à la résurgence.

L'ensemble du lac de Tch'eng-kiang et de son tributaire, le Sing-yun-hou ou lac de Kiang-tchoan, a occupé, à la fin du Pliocène et même pendant le Quaternaire, une superficie plus grande, et la communication entre les deux lacs se faisait beaucoup plus largement par l'E. de Kiang-tchoan, de telle sorte qu'à proprement parler il n'y avait alors qu'un grand lac bifurqué à son extrémité.

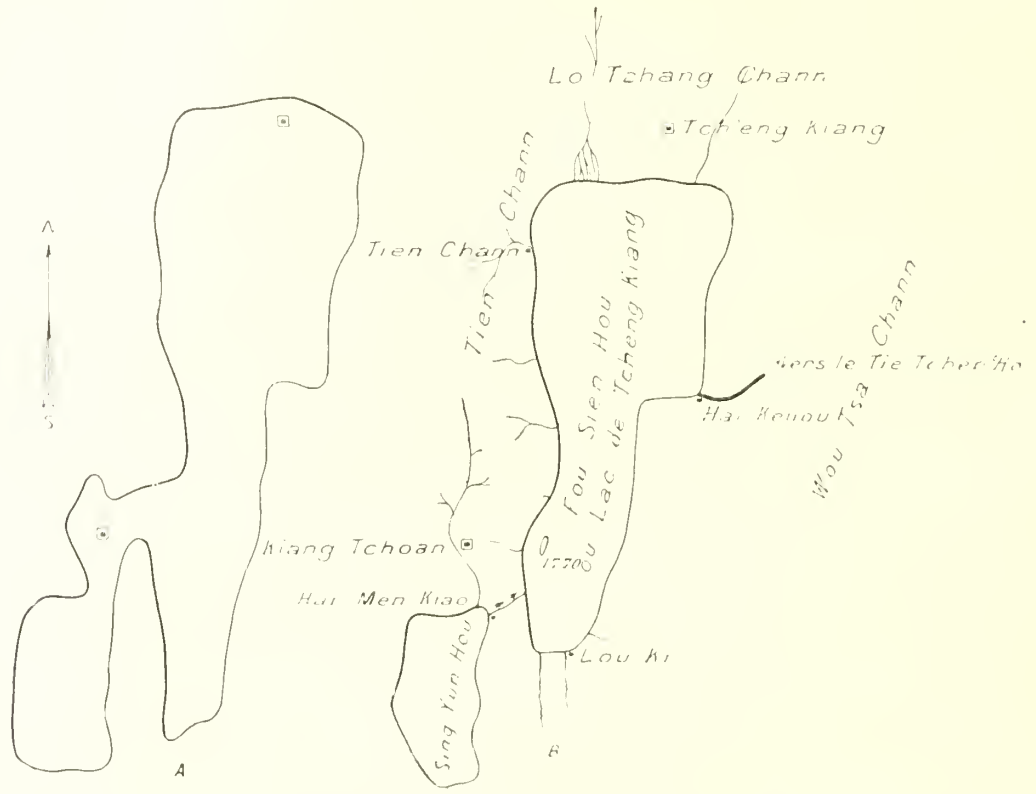


Fig. 5. — Groupement des lacs Sing-yun-hou et Fou-sien-hou : *A* à la fin du Pliocène ; *B* à l'époque actuelle.

La fig. 5 (texte) montre les différences existant entre l'extension de se groupement lacustre avant la capture du lac de Tch'eng-kiang par le Tié-tchen-'ho et sa superficie actuelle. Maintenant la différence de niveau entre les deux lacs est de quelques mètres, le lac de Tch'eng-kiang étant à 1.770 m. D'une façon générale, toute la partie évacuée par les lacs a été gagnée par la culture. Le mouvement de retrait des eaux paraît du reste s'effectuer encore à cette heure : les vieillards de la région m'ont affirmé avoir vu des points occupés actuellement par des rizières, dans la plaine de Tch'eng-kiang, appartenir, dans leur enfance, au domaine du lac.

Lac de Iang-Tsong : Le lac de Iang-tsong est le plus septentrional des lacs orientaux. Il se montre géographiquement placé exactement sur le prolongement du Fou-sien-hou : l'étude géologique montre qu'il forme une fosse appartenant au même système de fracture. Long de 14 km. et large de 3 km. 500, le lac de Iang-tsong offre des côtes absolument parallèles, presque rectilignes, aux versants élevés, rapides ou même à pic, à tel point que les pistes muletières doivent se maintenir de part et d'autre sur les lignes de crête sans pouvoir longer la nappe d'eau. Sa superficie est d'environ 56 kmq. Sa profondeur considérable atteint 150 m. Son altitude est de 1.760 m. La limpidité de ses eaux, le magnifique décor des montagnes qui l'entourent en font, avec celui de Tch'eng-kiang, un des plus beaux lacs qu'on puisse voir, comparable pour la beauté des sites aux plus beaux lacs suisses ou italiens.

Le lac de Iang-tsong a été capté par un affluent du Tié-tchen-'ho actuellement transformé en déversoir, dans lequel les cycles d'érosion successifs sont admirablement inscrits (fig. 148 atlas). Je reviendrai sur cette question dans l'étude des cycles d'érosion.

De même que le lac de Tch'eng-kiang, le lac de Iang-tsong a subi un raccourcissement de quelques kilomètres par suite de sa capture par le Tié-tchen-'ho et en même temps du comblement de son fond méridional par des torrents descendus du revers nord du Lo-tchang-chann ; ce groupe montagneux forme un puissant massif atteignant 3.000 m. séparant la tête nord du lac de Tch'eng-kiang de la tête sud du lac de Iang-tsong ; il est formé de plis N.-E., obliques par rapport à la grande cassure Tch'eng-kiang-Iang-tsong ; il se présente ainsi comme un bloc resté en saillie entre les deux profondes fosses d'effondrement lacustres.

Les rives orientale et occidentale du lac de Iang-tsong sont complètement désertes. La dénudation est complète sur la rive O., tandis qu'il reste encore localement quelques bois de pins et de thuyas sur les sommets qui surplombent la rive E.. Il n'existe de villages qu'aux deux extrémités au S. dans la plaine alluvionnaire de Iang-tsong et au N., où autour de l'émissaire se groupent quelques villages : Tang-tche, Ko-pao-ts'ouen, qui ont pu installer leurs cultures sur les marnes cambriennes, aptes à fournir de bonnes rizières.

Zone de plateaux et collines à l'Ouest des lacs orientaux : A l'O. de la zone de fracture jalonnée par les fosses des lacs orientaux s'étend une vaste région de collines en chaînons allongés N.-E ou N.-N.-E. tendant vers l'O. à s'infléchir dans cette direction. Ces chaînons, dont l'altitude atteint 2.500^{m}, sont en général très réguliers. Ils sont formés en majeure partie par le Carbonifèrien moyen et supérieur, de sorte que la note dominante dans le paysage est donnée par les alternances entre les grès moscoviens et l'horizon calcaire qui y est intercalé, ou la masse énorme des calcaires ouraliens. Toute cette région offre au degré le mieux caractérisé le type d'ancienne pénéplaine sculptée par l'érosion en crêtes parallèles d'altitude voisine. Une description détaillée de la région qui s'étend entre Si-wo, le Sing-yun-hou, le lac de Tch'eng-kiang, le lac de Iang-tsong et le segment de la ligne ferrée compris entre Yi-léang et Yun-nan-fou, est inutile, les caractères que nous venons de donner précisant suffisamment l'ensemble des paysages, souvent majestueux par suite de la grande élévation des sommets, mais généralement monotones, l'ensemble étant sculpté dans l'énorme masse du Carbonifèrien moyen ; comme il est très plissé, la tectonique intervient parfois pour varier un peu le paysage, ainsi dans le Tien-chann, à l'O. de Tch'eng-kiang, les plis couchés parallèles provoquent l'apparition d'à-pics importants dans les calcaires occupant l'axe des synclinaux (fig. 101 atlas).

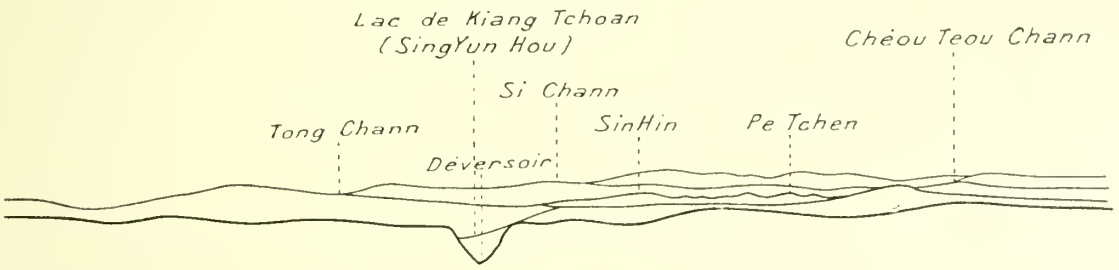


Fig. 6. — Paysage de crêtes parallèles à l'O. du lac de Tch'eng-kiang, sculptées dans le Carbonifèrien moyen. Ancienne pénéplaine rajeunie. Vue prise depuis les escarpements de Hou-che-ngaï.

La fig. 6 (texte) montre une série de profils successifs vers l'O. dans la région de Sin-'hin et représentant de très longs chaînons à section transversale offrant un profil de sénilité marqué, entaillés par des vallées jeunes. Toute cette région qui a dû autrefois être couverte de pins, est actuellement dénudée presque partout.

La monotonie de cette partie du Yun-nan est rompue par un accident tectonique important, constitué par une importante fracture N.-N.-E. qui forme le prolongement de la fosse du lac de Kouen-yang parallèle au système de fractures des lacs orientaux. Cette fracture a provoqué la formation d'une série de bassins d'effondrement, jadis occupés par des nappes d'eau, distribués en chapelet sur le trajet de la fracture. Cette série de dépression a été drainée par la rivière du Kiou-kiang, tributaire du Tié-tchen-'ho qui

a profité des facilités offertes par cet accident pour se frayer passage vers le S.. Comme la grande fracture des lacs orientaux, celle-ci traverse obliquement les directions orographiques et les axes des plissements, de sorte que les bassins lacustres sont distribués sur une ligne recoupant les chaînes. La route de Si-wo à Kouen-yang a naturellement profité de cet accident pour passer d'un bassin dans l'autre. De ces dépressions échelonnées le long de la fracture, la plus importante est celle de Sin-'hin, ancien fond lacustre colmaté par des alluvions et formant une plaine fertile. Du reste, de Si-wo à Kouen-yang les villages se multiplient le long du chemin par opposition à l'aspect très désert des montagnes dénudées entre la route et le lac de Tch'eng-kiang. Nous retrouvons ici encore ce fait frappant au Yun-nan, que les fractures sont génératrices de région fertiles et peuplées par suite des dépressions auxquelles elles ont donné naissance. Que l'on jette, en effet, les yeux sur la carte, on verra s'aligner les agglomérations humaines sur la grande ligne de fracture de Pong-pou à Mi-leu, sur celle de Lin-ngan, sur celle des lacs orientaux, dans le bassin effondré de Mong-tseu, enfin sur celle que nous étudions en ce moment. Ici les centres importants se multiplient ; les plus importants sont Sin-'hin et Pe-tchen, cette dernière ville voisine de mines de houille moscovienne.

Lac de Yun-nan-fou : En suivant au N. la fracture, on la voit donner naissance au lac de Yun-nan-fou, ou Kouen-yang-'hai [1], la plus grande nappe d'eau du Yun-nan oriental. Le caractère de lac de fracture du Kouen-yang-'hai est admirablement indiqué : bordé à l'O. par une haute falaise continue, le Si-chann, haute masse de calcaire ouralien tombant à pic dans le lac, il se relève au contraire en pente très douce vers l'E. en formant des marécages et des rizières.

L'extension superficielle et verticale du lac fut beaucoup plus considérable à une époque relativement récente qu'actuellement. Pendant une grande partie du Pleinstocène le lac s'étendait sur toute la partie actuellement occupée par des rizières, inondant la plaine de Tcheng-kong et de Yun-nan-fou. Sa capture par le Pou-tou-'ho, tributaire du haut Fleuve, Bleu, a provoqué un abaissement considérable de son niveau et un retrait important des eaux sur la rive orientale, la plus grande profondeur se maintenant contre le regard de la faille que forme la côte occidentale ; la fig. 119 atlas montre le mécanisme de la formation du Kouen-yang-'hai et comment les eaux doivent s'accumuler surtout à l'O.

Cette capture du lac par le Pou-tou-'ho et l'assèchement consécutif d'une grande partie de son fond à l'E. a permis le développement d'une riche région agricole, remplie de centres importants : Yun-nan-fou, capitale de la vice-royauté du Yun-nan, Kouen-yang, qui a donné son nom au lac, Tsin-ning, Tcheng-kong, sans compter la grande quantité de gros bourgs très rapprochés qui pullulent au milieu de cette belle plaine couverte de rizières, de champs de maïs, sorgho, blé et d'arbres fruitiers : pêchers, pommiers, poiriers qui, au printemps, couverts de fleurs, donnent à la région l'aspect de vergers normands.

La superficie actuelle du Kouen-yang-'hai est d'environ 380 kmq ; sa longueur de 37 kilomètres et sa plus grande largeur d'une quinzaine. Sa superficie ancienne, avant la capture par le Pou-tou-'ho, a dû atteindre approximativement 840 kmq. Sa profondeur ne dépasse pas une vingtaine de mètres au pied des falaises du Si-chann. L'altitude de la nappe est de 1.885 m.

Région paléozoïque comprise entre le parallèle de Yun-nan-fou et le Kin-cha-kiang.

Cette région est tributaire du Fleuve-Bleu, tandis que tout ce que nous venons d'étudier appartient au bassin du Pa-ta-'ho (Si-chann-ta-'ho et Tié tchen-'ho). Ici la physionomie générale du Yun-nan change beaucoup : comme on le constate sur la carte hypsométrique, l'altitude croît de plus en plus vers le N., tandis que l'altitude du Fleuve-Bleu est inférieure à 1.000 m. ; il en résulte que le creusement des vallées affluentes, du reste très rapide, a pris des proportions gigantesques.

[1] Appelé aussi Tien-che.

Les directions orographiques se dessinent d'une façon beaucoup plus énergique qu'au S. De hauts chaînons parallèles courent du S.-S.-O. au N.-N.-E. ; mais ici apparaît de nouveau ce caractère essentiel de la structure yunnanaise : ces chaînons sont brusquement interrompus par de longues vallées N.-S. qui coïncident régulièrement avec de grandes fractures, compliquant ainsi singulièrement la structure de la région. Comme plus au S. dans le bassin du Tié-tchen-'ho, les vallées principales sont le résultat de fractures, et à elles aboutissent des vallées affluentes N.-N.-E. ou S.-S.-O. parallèles entre elles et à la direction des plis ; ceci est particulièrement net dans toute la région comprise entre Yi-léang et Tong-tchouan-fou. D'importantes rivières se sont installées dans ces vallées de fracture : ce sont le Pou-tou-'ho, le Liou-chou-'ho, le Niéou-lang-'ho. On conçoit qu'avec une pareille structure les phénomènes de capture aient pu être extrêmement fréquents et les changements considérables dans l'organisation du réseau affluent du Fleuve Bleu. Il arrive souvent que le cours d'eau principal capté par un affluent de son congénère a quitté la vallée de fracture pour devenir à son tour affluent du cours d'eau qui lui était parallèle et qu'une vallée principale coïncide ainsi tout à coup tantôt avec une vallée de fracture, tantôt avec une vallée parallèle aux plis; les parties hautes du Niéou-lang-'ho, du Liou-chou-'ho, du Tchang-hi-'ho, offrent de remarquables types de cette structure qui apparaît avec la plus grande netteté dans la carte hydrographique.

Il résulte de cette combinaison des vallées de fracture et des vallées coïncidant avec les plis une allure très particulière du réseau hydrographique, sur laquelle nous reviendrons en détail. Ces prémisses posées nous allons décrire sommairement cette partie du Yun-nan comprise entre Yun-nan-fou et le haut Fleuve Bleu dans laquelle nous avons effectué plusieurs itinéraires nouveaux (1).

Je décrirai successivement : 1° La vallée du Kin-cha-kiang ; 2° Les bassins de ses affluents, Niéou-lang-'ho, Liou-chou-'ho et Pou-tou-'ho.

Vallée du Kin-cha-kiang : Le Kin-cha-kiang c'est à dire « le Fleuve au sable d'or », nom donné à cette partie du Fleuve Bleu à raison de la teneur en or, d'ailleurs assez faible, des alluvions rémunérant assez mal les rares orpailleurs qui recherchent l'or, forme le niveau de base de toute la région considérée ici, le lac de Yun-nan-fou ou Kouen-yang-'hai lui-même étant tributaire du grand Fleuve par le Pou-tou-'ho. Depuis son confluent avec le Ya-long, le haut Fleuve Bleu s'engage dans des gorges d'une profondeur colossale et forme frontière entre les provinces du Sseu-tchoan et du Yun-nan. J'ai reconnu et exploré à l'O. de Tong-tchouan-fou un énorme massif à l'ensemble duquel les montagnards donnent l'appellation de Kiao-ting-chann ; ce massif forme le prolongement du Léang-wang-chann sseu-tchoanais ; le fleuve s'y engage avec une direction générale E.-N.-E., c'est à dire qu'il recoupe franchement sous un grand angle des directions tectoniques et orographiques N.-N.-E. ; il apparaît comme imposé à la structure tectonique avec laquelle sa vallée ne concorde pas. A quelques kilomètres à l'O. de Tong-tchouan-fou le fleuve rencontre une grande cassure N.-S. par laquelle débouche un de ses affluents du S., le Liou-chou-'ho ; il s'y engage alors pour remonter définitivement vers le N.-N.-E.

Cette traversée du prolongement méridional des Ta-léang-chann se fait comme nous l'avons dit par des gorges d'une profondeur énorme semées de rapides.

A Mo-lou-tchang, le Kin-cha-kiang, malgré son trajet déjà important depuis sa source, son débit puissant étant donné l'énorme quantité d'affluents reçus dont certains très considérables comme le Ya-long, la superficie de son bassin, ne présente cependant qu'une faible largeur, puisqu'elle se réduit à n'être que de 55^{m} en certains points ; par contre la profondeur est très grande et la rapidité du courant remarquable ; ce qui permet un débit énorme malgré le peu de largeur de son lit. Le niveau des crues marqué par une coloration différente sur les parois montre que lors des hautes eaux le fleuve doit s'élever d'une quinzaine de mètres au-dessus de l'étiage. Du reste il doit être extrêmement rare, étant donné l'énormité du bassin du haut Fleuve Bleu, que tous ses affluents entrent en crue en même temps. J'ai donné dans les planches une photographie du grand fleuve asiatique prise à Mo-lou-tchang dans la traversée des gorges. On

(1) Nous avons relevé la région inexplorée entre Siun-tien-tchéou et le Pou-tou-'ho et Lao-tchang et complété les recherches de Grillières sur le Pou-tou-'ho. Ce n'est pas sans de grosses difficultés que nous avons pu explorer cette région que Grillières dans un rapport déclarait impossible à parcourir avec une caravane.

remarquera le rapide au premier plan et on pourra se rendre compte de sa violence si l'on tient compte que la photographie est prise d'un point situé à 200m. au-dessus du fleuve.

Comme le montre la carte hypsométrique, près du confluent avec le Pou-tou-'ho les courbes de niveau sont extrêmement rapprochées ; le fleuve qui coule alors à un niveau de 900 m. est surplombé par les sommets du Kiao-ting-chann qui dépassent 4000 m. De gigantesques escarpements formés par les calcaires carboniférien de la grande nappe de charriage forment le rebord du Ta-luen-chann.

Cette partie du Fleuve Bleu est une des choses les plus impressionnantes que l'on puisse contempler en fait de paysage de montagne. Pour l'observateur placé par exemple au-dessus du ravin de Mo-lou-tchang, avant de s'engager sur la descente qui mène au fond de la vallée la sensation est unique ; devant soi se creuse brusquement l'étroite et profonde vallée au fond de laquelle à 2000 m. se déroule le ruban vert émeraude du fleuve dont le grondement sourd monte jusqu'à soi, tandis qu'en face s'élèvent les pentes vertigineuses que couronnent les escarpements gigantesques de calcaire massif. il est extrêmement difficile de gagner le fleuve avec une caravane ; pour donner une idée de la difficulté des sentiers et de leur allure il suffira d'indiquer que nous dûmes nous débarrasser de supports de tente qui suffisaient pour empêcher les mulets de bât de suivre les contours ; les sentiers sont généralement accrochés au flanc d'à pics ou de versants abrupts, d'une étroitesse exagérée et presque toujours croulants ; or une chute étant presque toujours de plusieurs centaines de mètres et le matériel dans ce cas réduit en miettes on se rendra compte des ennuis que l'on éprouve pour faire passer une caravane dans de pareilles conditions. Il est inutile d'ajouter qu'une seule pluie suffit pour rendre totalement impraticable tout passage et que l'hiver par conséquent est la seule période où l'on puisse se livrer à des recherches sérieuses dans cette partie du Yun-nan.

Je ne ferai qu'indiquer en passant, car je reviendrai en détail sur cette question, que les cycles d'érosion successifs sont admirablement marqués dans cette belle vallée.

Si la vallée du Fleuve Bleu dans sa traversée de l'extrémité S. des Ta-léang-chann nous offre des caractères de jeunesse typiques, au contraire l'allure des sommets qui l'environnent est celle de formes très mûres se rattachant même à des surfaces d'érosion séniles très anciennes ; la régularité des lignes de sommets à des altitudes de 3500 et 4000 m. est frappante tandis que les versants des vallées sont découpés en crêtes étroites.

L'encaissement des affluents du Kin-cha-kiang tels que le Pou-tou-'ho, le Liou-chou-'ho, a déterminé entre leurs profondes vallées la présence d'énormes massifs comme le Kiao-ting-chann dépassant 4.000 m. et où la neige se maintient jusqu'à la fin de mai ; mais ces hautes masses offrent une grande monotonie dans l'altitude générale des sommets, monotonie qui oblige à les considérer comme des reste d'une topographie sénile disséquée par l'approfondissement des vallées de Kin-cha-kiang et de ses affluents. La fig. 16 (texte) est démonstrative. Au N. du Kin-cha-kiang les conditions restent semblables dans la région de Houéi-li-tchéou.

Ainsi toute cette région apparaît comme une ancienne surface d'érosion voisine du niveau de base, que les mouvements épéirogéniques ont relevée d'une façon puissante, tandis que les vallées s'approfondissaient rapidement. La vitesse du creusement a été telle que les versants sont d'une rapidité remarquable ; leur instabilité est du reste très grande et des éboulements fréquents sur les pentes trop accusées ; il en résulte que les sentiers sont difficiles à suivre et sont fréquemment interrompus.

La rapidité du creusement de la vallée principale, c'est-à-dire du Kin-cha-kiang, a provoqué naturellement un approfondissement concomitant des ravins affluents de sorte qu'il est constamment nécessaire de contourner des bassins de réception torrentiels aux versants instables et abrupts et dont la multiplicité rend la marche très longue et toujours difficile. De plus pour le traitement des minerais de cuivre de la région de Tong-tchouan-fou, une grande partie de la région avoisinant le Fleuve Bleu a été entièrement dépouillée de toute végétation par les mineurs et l'action des eaux sauvages s'exerce avec vigueur sur ces versants complètement dénudés.

Les affluents de la rive droite du Fleuve Bleu dirigés comme nous l'avons vu à peu près du S. au N. suivant les vallées de fracture sommairement indiquées s'encaissent naturellement surtout au voisinage de leur niveau de base, c'est à dire du Kin-cha-kiang et la rapidité du creusement de leurs vallées est la conséquence de celle de la vallée principale : c'est ainsi que le Pou-tou-'ho et le Liou-chou-'ho atteignent

le Fleuve Bleu par des gorges d'une profondeur colossale. Le Pou-tou-'ho notamment s'est creusé entre l'arête du Téou-tse-chann et le Kiao-ting-chann une vallée dont l'allure explique le terme de Ta-tong (Grand trou) donné par les habitants à cette partie du Pou-tou-'ho. Le Kin-cha-kiang et le Pou-tou-'ho se réunissent l'un à l'autre suivant un angle très aigu et la rapidité du creusement des deux vallées a provoqué la sculpture de la gigantesque arête du Sa-wong-chann qui les sépare. De même le Liou-chou-'ho atteint le grand fleuve par une gorge étroite et profonde comme celle du Pou-tou-'ho, coupée par des seuils formant cascade.

L'approfondissement excessif de la vallée du Fleuve Bleu et de la partie inférieure de ses affluents de rive droite dans la région que nous étudions est due à ce que c'est vers le N. que ce produisait le maximum du relèvement épéirogénique, ce qui fait que d'une part les vallées atteignant leur maximum de profondeur au voisinage de leur niveau de base, c'est-à-dire le Fleuve-Bleu, de l'autre le relèvement maximum se produisant dans cette région, le creusement s'y est exagéré en amenant par ailleurs la production d'altitudes plus fortes qu'au S. vers Yun-nan-fou ; c'est ce mécanisme complexe qui est la cause de l'énorme profondeur des vallées au voisinage du Fleuve Bleu. Je reviendrai sur cette question dans l'analyse des cycles d'érosion. L'examen de la carte hypsométrique aide à comprendre ces faits.

Partie supérieure du bassin du Niéou-lang-'ho : Parmi les tributaires du Fleuve Bleu coulant dans la partie du Yun-nan que nous avons explorée le plus oriental est le Niéou-lang-'ho déjà levé par le Lt. Grillières. Le Niéou-lang-'ho se forme dans la dépression de Iang-lin, bassin effondré situé sur le parcours d'une des grandes fractures du Yun-nan, celle qui plus au S. donne naissance aux fosses des lacs orientaux. Cette dépression de Iang-lin qui fut à une époque relativement récente un lac important n'est plus occupée actuellement que par des étangs plus ou moins considérables ou par de nombreuses rizières. Au moment des hautes eaux, c'est à dire à la fin des pluies d'été elle est en grande partie submergée. Ce grand bassin alluvionnaire s'étant en grande partie couvert de rizières, les villages se sont multipliés sur son pourtour.

L'alignement de la dépression est N.-S. c'est à dire la direction des zones de fracture du Yun-nan qui sont N.-S. ou dirigées vers le N.-N.-E. Elle aboutit ainsi au N. contre la chaîne du Yo-nan-chann, longue crête de 2500 à 2800^{m} d'altitude en formant avec elle un angle prononcé ; au S. elle est biseautée également par le prolongement N.-N.-E. de la chaîne du Ta-ing-chann d'altitude égale, anciens restes de la topographie primitive, de l'antique pénéplaine. Le bassin de Iang-lin évacue ses eaux par une vallée parallèle aux plis ; le cours d'eau qui prend ainsi naissance est le Niéou-lang-'ho ; la route muletière de Yun-nan-fou à Péking passe par cette vallée ; puis brusquement la rivière rencontre une nouvelle ligne de fracture près de Sin-kai-tseu : elle se redresse alors vers le N. et coule dans cette direction jusqu'aux environs de la sous-préfecture de Siun-tien-tchéou où de nouveau elle s'infléchit pour quitter la vallée de fracture et s'engager dans une vallée parallèle aux plis, entre les massifs du Fong-wou-chann et le Tchong-ho-chann ; ensuite elle sort de notre champ de recherches.

Nous vérifions ici une première fois nettement le fait exposé précédemment, à savoir que dans la région des grandes cassures N.-S. les cours d'eau offrent souvent des parcours en ligne brisée, résultant de ce qu'ils empruntant tantôt une vallée de fracture N.-S. tantôt une vallée de plissement N.-E., ou N.-N.-E.

De Sin-kai-tseu à Siun-tien-tchéou la vallée du Niéou-lang-'ho s'élargit, sauf à l'O. de Yi-long où elle se resserre brusquement en un étroit défilé s'ouvrant près de Siao-tang-tche sur la vallée de Siun-tien-tchéou ; la plaine de Siun-tien et celle de Sin-kai-tseu représentent deux fonds de lac en chapelet alignés N. S., successivement captés. La plupart des rivières du Yun-nan oriental se sont ainsi formées par captures successives de fonds lacustres, ce qui explique ces dilatations brusques à fond plat alternant avec des gorges étroites et qui jalonnent leur parcours. La vallée rectiligne de Siao-tang-tche à Siun-tien-tchéou, longue de 16 km. environ, large de 2 à 3, aménagée en rizières ou en autres cultures telles que champs de fèves, forme un domaine d'une grande fertilité, aussi les villages y sont-ils très abondants.

Cette disposition du réseau hydrographique engendre un double système orographique : un premier réseau de crêtes et de vallées N. E. ou N. N. E. correspondant aux plis est ainsi recoupé par un second réseau N. S. La fig. 7 (texte) met cette structure en évidence.

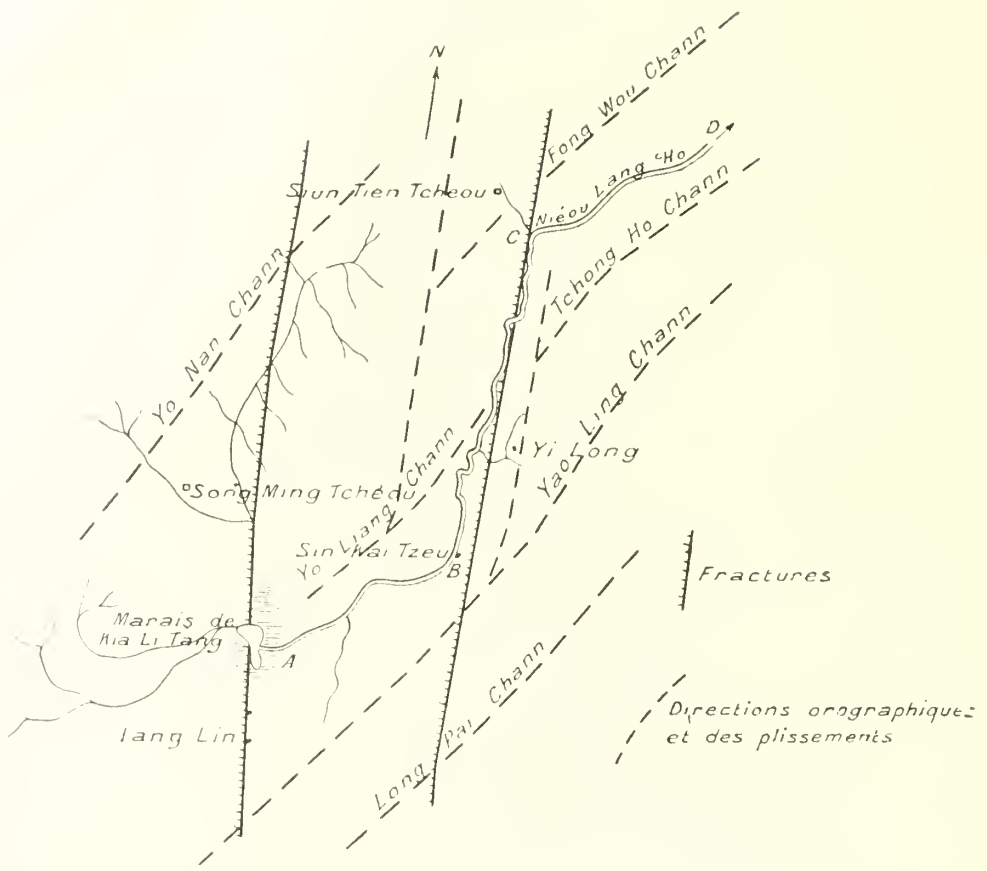


Fig. 7. — Double réseau angulaire de vallées concordant l'un avec les fractures, l'autre avec les plissements. La figure montre comment le Niéou-lang-'ho emprunte tantôt un type de vallée, tantôt un autre. De *A* en *B* portion de vallée parallèle à la direction des plis; de *B* en *C* portion de vallée coïncidant avec la fracture; de *C* en *D* nouvelle portion parallèle à la direction des plis.

Bassin du Liou-chou-'ho : Le Liou-chou-'ho va nous montrer dans l'ensemble de son bassin les mêmes faits que le Niéou-lang-'ho. A l'O. N. O. de la sous-préfecture de Siun-tien-tchéou l'allure des plis est N. N. E. dans les chaînons du Kouo-ma-chann qui offrent la même direction orographique et dont l'aspect est donné par le Cambrien schisto-marneux ou formé de grès sableux donnant de hautes collines arrondies au-dessus desquelles se dressent les escarpements calcaires de l'Ouralien et de l'Artinskien et les grès quartzites du Cambrien et de l'Ordovicien ; cette région offre ainsi dans le paysage une opposition fréquente de pentes régulières et de cimes abruptes souvent enchevêtrées sans régularité par suite de la complexité extrêmement grande de la Tectonique. Or une puissante fracture N. S. recoupe obliquement ces chaînons ; elle représente le prolongement d'une longue faille appartenant au réseau de cassures des lacs orientaux sur laquelle nous avons déjà vu placé le bassin effondré de lang-lin point de réunion des eaux qui forment le Niéou-lang-'ho. Sur le trajet de cette fracture, à 15 km. à l'O. N. O. de Siun-tien-tchéou nous avons relevé un nouveau lac, non signalé jusqu'à présent, cette région n'ayant jamais été parcourue par aucun itinéraire. De forme grossièrement triangulaire, allongé du S. au N., long de 5 km., large de 2 km. 500 à la base et finissant en pointe au N. ce lac aux eaux limpides, d'un vert d'émeraude, offre des rivages extrêmement abrupts (fig. 159 atlas). Sa profondeur est considérable eu égard à ses dimensions assez faibles ; sans avoir pu le sonder en son milieu j'ai observé sur sa rive O. une brusque dénivellation de 15 m. ; les gens du pays m'ont affirmé que la profondeur était très grande dans l'axe.

Au point de vue pittoresque le Tché-hou-kiang ou Tsin-choueï-'hai, noms qui m'ont été donnés dans le pays, est une véritable merveille. Placé à l'altitude de 2100 m. et surplombé par des sommets élevés, aux versants abrupts ou rapides, couverts de forêts de pins, l'ensemble apparaît comme une magnifique coupe de verdure sombre au fond de laquelle, enserrée de toutes parts par la montagne s'étale la belle nappe glauque. La cuvette du Tché-hou-kiang n'offre d'issue qu'à son extrémité septentrionale où

les eaux s'échappent par une gorge dans laquelle se trouve le village de 'Hai-houé. La fracture qui a donné naissance au lac se prolonge par une vallée rectiligne, mais les eaux qui en sortent ne suivent pas cette vallée coupée un peu au N. du lac par un petit seuil. Le lac a été capté par un cours d'eau de direction générale N. E. parallèle aux plissements, par lequel les eaux ont été dirigées. Pendant ce temps la tête de la vallée de fracture remonte peu à peu vers le lac dont elle n'est séparée que par une distance de 1000 m. et un seuil d'une dizaine de mètres, de sorte qu'elle pourra un jour capter le lac à son tour, à moins que le creusement de l'émissaire actuel ne soit suffisamment rapide pour abaisser le niveau du lac assez vite pour le soustraire à cette nouvelle influence. La fig. 159 (atlas) montre les positions respectives de l'émissaire actuel orienté suivant les axes des plis et de la vallée rectiligne, vrai prolongement de la fosse du Tsin-chouéi-'hai ou Tche-hou-kiang.

Si nous suivons l'émissaire actuel qui forme en somme la source du Liou-chou-'ho, nous voyons celui-ci s'engager peu après sa sortie du lac dans une gorge étroite, à peu près parallèle aux plis jusqu'au N. du village de Liou-chou-'ho, c'est à dire sur une vingtaine de kilomètres, coulant ainsi d'une façon générale vers le N. E., puis il rencontre le prolongement septentrional de la grande fracture de Siun-tien-tchéou, c'est à dire des lacs orientaux, et comme nous l'avons vu faire au Niéou-lang-'ho à la rencontre de cette dislocation, il se recourbe bruquement vers le N. et ne cesse plus de suivre cette fracture jusqu'à son confluent avec le Fleuve Bleu, c'est à dire pendant 100 km. à vol d'oiseau.

A mesure que l'on suit son cours vers le N. on voit le Liou-chou-'ho couper obliquement par sa vallée de fracture les chaînons du Kong-chann, du Fou-tsaï-chann, élevés de 3000 à 3500 m. ; dans toute cette région affleurent les terrains cambrien, ordovicien et carbonifèrien supérieur ; l'érosion extrêmement intense et dont l'action a été rapidement menée y a découpé des vallées torrentielles d'une profondeur énorme, séparées par des crêtes étroites ; les cônes de déjection torrentiels ont dans toute cette vallée une puissance énorme. La vallée principale s'approfondit rapidement et à la traversée du Fou-tsaï-chann la rivière coule à la cote de 1200 m. seulement entre des sommets de 3500 m ; ici encore contrastent vivement la jeunesse des formes de la vallée principale et des ravins torrentiels, si profonds, aux versants si rapides, et la maturité des régions des hauts sommets.

L'étude du réseau des affluents du Liou-chou-'ho est des plus intéressantes car elle nous offre une superficie beaucoup plus grande et montre souvent répétée la disposition du Niéou-lang-'ho. Le plus important de ces affluents, le Tchang-hi-'ho prend sa source à 1 km. de l'extrémité N. du Tche-hou-kiang et nous avons déjà indiqué la capture possible du lac par cette rivière. Le Tchang-hi-'ho s'encaisse profondément dès le début de son cours, et à Tien-cha il se trouve déjà à la cote 1900 seulement, surmonté par des lignes de crêtes de 2800 m. La rapidité de l'érosion est attestée par la présence de cônes de déjection torrentiels latéraux comme celui de Tien-cha, que la rivière a déjà recoupé par une gorge profonde ; au-delà de Tien-cha la rivière s'encaisse de plus en plus dans un canyon récent, recoupant d'abord les schistes cambriens qui malgré leur mobilité ont formé des parois presque verticales tant l'œuvre de l'érosion a été prompte, puis une bande calcaire ; il reçoit alors un affluent venant du S.-O. puis coule dans une vallée d'une profondeur considérable, entre des lignes de crêtes régulièrement de plus en plus élevées, dirigées N.-S. avec des contreforts orientés à droite et à gauche du cours d'eau suivant les axes des plis. A Tchang-hi la rivière n'est plus qu'à 1.625 d'altitude entre des crêtes de 2.800 à 300m. De Kan-'haï-tzeu à Tchang-hi l'aspect de la vallée est particulier. De part et d'autre de hautes crêtes régulières représentent le profil de la pénéplaine ancienne ; au-dessous s'étagent successivement les profils des vallées élémentaires dues aux cycles successifs : mais les plus anciennes seules offrent un profil quelque peu mûr et d'une façon générale la rapidité de pente est considérable pour se terminer au fond par un canyon ; toute cette partie de la vallée offre les indices de l'érosion la plus rapide et la plus intense, disséquant les versants des hautes lignes de sommets latérales en ravins énormes séparés par des crêtes étroites ruinées et croulantes. Le creusement des *barrancos* s'effectue dans cette région avec une rapidité inouie et chaque été les voit se former et s'approfondir avec une vitesse énorme. Il en résulte que les sentiers offrent souvent une dangereuse instabilité.

Le développement des cônes de déjection torrentiels latéraux prend dans cette région des proportion colossales ; telle qu'il paraît difficile de concevoir une région où leur importance puisse être plus grande. A chaque torrent correspond un énorme cône construit par un tributaire généralement très court.

Le dessin représenté (fig. 8 texte) résultant d'une esquisse dessinée d'après une photographie montre nettement ces faits. On y remarquara surtout l'abondance et la puissance des cônes dont certains offrent une largeur de 1500m., entre Chen-ka et Tchang-hi ils se joignent par leur base en formant une suite ininterrompue, chaque débouché de vallée torrentielle étant occupée par un cône énorme. L'ensemble de chaque cône offre une teinte noire très prononcée, tranchant dans le paysage avec la teinte jaune ou rougeâtre du Cambrien, la blancheur des escarpements calcaires carbonifériens ou les terres rouges de décalcification ; ce fait est dû à ce que ce sont presque uniquement les basaltes permiens qui forment dans toute cette région des masses extraordinairement puissantes et continues qui par leur résistance à la destruction ont donné la plus grande partie des matériaux des cônes.

Un fait sur lequel l'attention doit être retenue, parce qu'il montre clairement, à côté de tous les autres symptômes, la rapidité du creusement dans cette région, c'est l'attaque par le thalweg de la vallée principale et par plusieurs torrents latéraux de cônes pourtant d'origine récente ; la fig. 8 (texte) montre au premier plan un cône entaillé par le torrent qui l'avait construit et s'y est frayé un ravin aux parois à pic profond d'une vingtaine de mètres ; la partie centrale de la figure montre les restes d'un grand cône dont seule

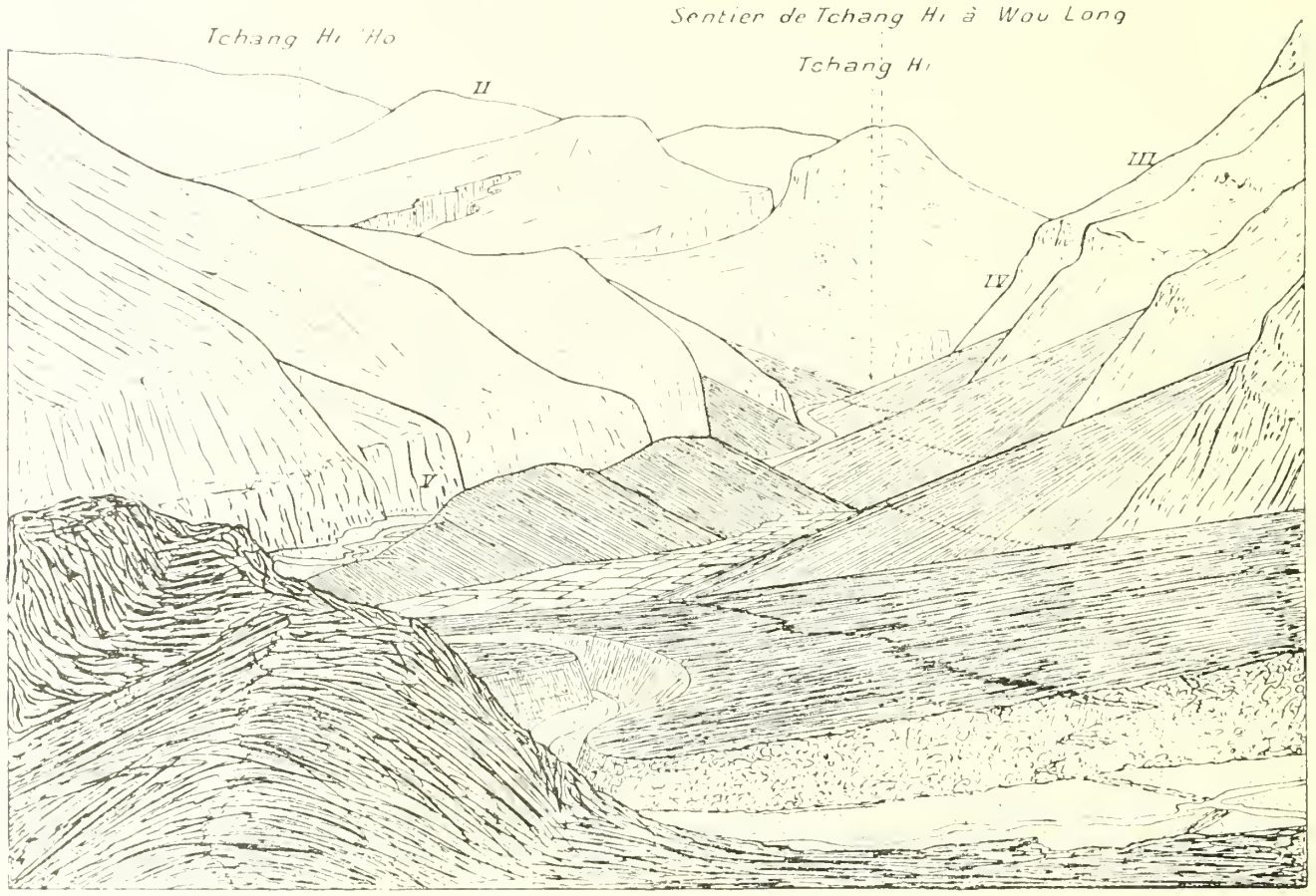


Fig. 8. — Types de cônes de déjection torrentiels dans la vallée du Tchang-hi-'ho. La figure montre également les cycles successifs d'érosion de l'étage du Kin-cha-kiang. Les cônes de déjection appartiennent au cycle actuel V et à l'avant dernier cycle IV ; ceux de l'avant-dernier cycle sont actuellement recoupés profondément par les canyons du cycle actuel ; un exemple très net s'offre au premier plan où un cône du cycle IV est entaillé par une gorge profonde d'une vingtaine de mètres.

subsiste la partie inférieure et à travers lequel la vallée principale s'est frayé un passage en le déblayant. A côté de cet ensemble de faits significatifs, dont le groupement montre la rapidité et la puissance de l'érosion provoquée par les mouvements épéirogéniques récents, la monotonie des hautes crêtes latérales, restes de la pénéplaine du cycle ancien apparaît comme un fait frappant.

La dénudation de toute la région est intense ; du reste d'une façon générale la rapidité des versants et la fréquence des abrupts ne permettent guère à une végétation puissante de s'y installer et de plus les

basaltes anciens qui se montrent toujours d'une grande stérilité prennent un développement considérable en superficie.

Au-delà de Tchang-hi, le Tchang-hi-'ho s'engage dans la direction des plis jusqu'à sa rencontre avec la vallée de fracture du Liou-chou-'ho.

Le Tchang-hi-'ho reçoit comme affluent le Wou-long-'ho avant de rejoindre le Liou-chou-'ho. Je n'insisterai pas sur la structure de la vallée du Wou-long-'ho qui répète celle du Tchang-hi-'ho. Je signalerai seulement encore en passant la puissance des cônes alluviaux autour de Wou-long.

Franchissant le col de Tsouen-tien-po à la cote 1830 on passe du bassin du Wou-long-'ho dans celui d'un nouvel affluent du Liou-chou-'ho, le Pou-tché-'ho dont la vallée rectiligne est N.-S., profondément encaissée, et dans laquelle on descend par un sentier des plus difficiles. Comme les précédentes cette vallée offre des caractères de jeunesse typiques et se montre en pleine voie de creusement et tandis que les hauts sommets qui l'entourent cotent à l'O jusqu'à 3500 m montrant des formes complètement mûres, la vallée principale et les vallées affluentes montrent des versants d'une instabilité excessive, s'écroulant par masses formidables dans la traversée des terrains schisteux ; je signalerai ainsi l'énorme éboulement qui a récemment barré le Pou-tché-'ho près du village du même nom, interceptant complètement la vallée dans laquelle le cours d'eau a formé un lac ; la masse écroulée représente environ 14 millions de mètres cubes ; l'éboulement s'est produit dans un conglomérat et des grès du Carboniférien moyen sur une largeur de 700m et une hauteur de 400m et une épaisseur d'environ 50m. De pareils éboulements sont fréquents.

Le thalweg de la vallée s'encaisse complètement au-delà de Pou-tché-'ho et est coupé de cascades, de telle sorte que le sentier ne peut suivre la vallée et doit la longer à une grande hauteur.

Toute cette région est très pauvre. Il est impossible d'y faire de cultures ; les régions de hauts sommets dont la disposition en formes mûres pourrait s'y prêter offrent des altitudes moyennes trop considérables, au-dessus de 3000m. pour que des cultures puissent réussir à cause de la température, la neige couvrant les hautes régions jusqu'au mois d'avril et le froid restant accusé la nuit jusqu'en juin. De misérables hameaux se rencontrent ça et là ; ils sont occupés par des mineurs des mines de cuivre du groupe de Lao-tchang à 2280m d'altitude. L'importance de ces mines est suffisante pour que dans cette région complètement déshéritée une agglomération de 2000 âmes ait pu s'établir à Lao-tchang, dans laquelle il faut compter environ 1000 mineurs, hommes et enfants ; la région est tellement privée de toute ressource que Lao-tchang et les groupes qui l'entourent, Ta-me-chau, Ta-li-chau, etc, doivent recevoir par caravanes jusqu'au bois de chauffage.

La vallée du Tche-ki-'ho située à l'E. de la vallée du Liou-chou-'ho offre une allure semblable, bien que sa profondeur soit beaucoup moins considérable ; elle est coupée par la plaine de Tong-tchouan-fou, grosse préfecture, importante par les usines où l'on raffine le cuivre extrait des mines du groupe de Lao-tchang, de Mo-lou-tchang, Lo-suy et des environs même de Tong-tchouan-fou; la vallée du Tche-ki-'ho rejoint le Fleuve Bleu au N.-O. de Tong-tchouan-fou par une vallée encaissée, en canyon comme ses congénères.

Bassin du Pou-tou-'ho : Le Pou-tou-'ho est le plus important des affluents du Kin-cha-kiang dans la région étudiée par nous. Il est séparé du bassin du Liou-chou-'ho par les puissantes masses du Kiao-ting-chann, du Ta-sing-chann, du Kouo-ma-chann, dont nous avons déjà indiqué les caractères de maturité accentuée dans les parties culminantes qui se maintiennent entre 3000 et 4000m et même dépassent cette altitude dans le Kiao-ting-chann.

La structure de l'ensemble de la vallée du Pou-tou-'ho est trop semblable dans son ensemble à celle que j'ai déjà décrite précédemment pour que je m'y attarde. Je l'indiquerai seulement dans ses grandes lignes. Le Pou-tou-'ho sort du lac du Yun-nan-fou dont il entaille par une gorge étroite la falaise qui forme la côte occidentale. La capture du lac par lui, phénomène relativement récent, a provoqué cette diminution du lac dont nous avons déjà parlé.

Jusqu'à Ming-hin le Pou-tou-'ho coule dans une région carboniférienne et permienne, traversant des barres calcaires alternant avec des grès dans une vallée assez peu profonde et recoupant obliquement les directrices tectoniques et les chaînons d'altitude régulière et parallèles qui caractérisent cette partie du Yun-nan. Au-delà, il s'encaisse davantage et sa vallée s'approfondit, tandis que les cotes des sommets environnants s'élèvent de plus en plus vers le N. Près de Lou-k'uian-hien il reçoit le Ta-mi-lo-'ho qui a

traversé cette ville et Wou-t'ing-tchéou. Le Ta-mi-lo-'ho offre cette particularité de prendre sa source très au N. dans le Téou-tse-chann, tout près du Kin-cha-kiang dont sa source est séparée seulement par une haute crête, puis il coule vers le S. en déviant à peine à l'O. pendant 40 kil. entre les chaînes du San-tai-chann et du Tchouan-chann, puis une vallée cluse normale aux plis le ramène au Pou-tou-'ho en lui faisant décrire un angle très brusque.

Ensuite le Pou-tou-'ho approfondit davantage encore sa vallée dont le fond devient impraticable et qui forme le plus souvent un canyon escarpé ; dans la région de Houang-li-che il coule à 1600 m. au gué entre Lo-pa et Lo-pou-'ho, tandis que les crêtes s'élèvent de part et d'autre à 3000 m. De ce point jusqu'à son confluent avec le Kin-cha-kiang il descend de la cote 1600 à 910 m., c'est à dire de 690 m. sur 55 km., la dénivellation est par conséquent considérable. A mesure que la rivière gagne en profondeur, le chemin extrêmement mauvais doit se maintenir à une hauteur de plus en plus forte. Les affluents latéraux l'atteignent tous par des canyons d'une grande profondeur et impraticables, tandis que les hautes régions environnantes offrent des formes très douces ; par exemple le Pa-tzeu-'ho, affluent oriental qui prend sa source près de Cheng-cha, coule pendant 30 kilomètres dans une région dont l'altitude minima est de 2000 m., offrant de larges surfaces sculptées en formes très mûres, remplie de rizières et de villages serrés les uns près des autres avec de gros marchés comme Tien-houé, puis il s'encaisse dans un canyon traversant le Cambrien et brusquement tourne à angle droit pour rejoindre le Pou-tou-'ho par une succession de caseades, descendant de 300 m. en 15 km par une étroite gorge. Puis à mesure que l'on se rapproche du confluent avec le Kin cha-kiang, ces conditions s'aggravent de plus en plus ; dans la région de Tou-mou-nyi, entre cette localité et He-pou le chemin excessivement difficile se maintient à des altitudes variant entre 2000 et 2600 m. au-dessus du Pou-tou-'ho, surplombant la gorge par des à pics énormes ; les affluents torrentiels descendant du massif du Kiao-ting-chann (4000 m.) que longe en ce point le Pou-tou-'ho gagnent celui-ci par des canyons d'une profondeur considérale que le chemin doit largement contourner à une grande hauteur en profitant de la pente d'une vallée appartenant à un cycle d'érosion antérieur comme dans le cas du torrent qui sépare Ta-tzeu de Tou-mou-nyi et dont la fig. 160 (atlas) représente la topographie à l'échelle du 1 : 100000 ; dans d'autres cas il serait trop long et trop difficile de contourner le ravin et le sentier doit dès lors descendre dans le thalweg de la vallée torrentielle affluente et remonter d'autant de l'autre côté ; ainsi dans la traversée de la vallée de Ki-tou ou de 'He-pou à Ta-tzeu le sentier muletier, très mauvais, doit descendre de la cote 1920 à la cote 990 pour remonter du côté opposé à la cote 2130, la distance à vol d'oiseau entre les deux points n'étant que de 6 km.

La dernière partie du cours du Pou-tou-'ho est représentée par une vallée très étroite enserrée entre des versants impraticables, au fond de laquelle le cycle actuel est représenté par un étroit canyon. La rapidité des versants est telle que le très mauvais sentier de Ki-tou à Mo-lou-tchang doit se maintenir entre 2230 m. et 1960 m., c'est à dire au moins à 1300 m. directement au-dessus de la rivière qui le plus souvent est invisible. Le fragment de carte au 100000e (figure 160 atlas) montre l'imposante gorge qui précède le confluent avec le Kin-cha-kiang.

Dans cette description de la physionomie des diverses parties du Yun-nan oriental du haut Fleuve Bleu au Fleuve Rouge, nous avons cherché à retracer l'allure des éléments géographiques en la rattachant toujours autant que possible aux causes géologiques, et de cette analyse il ressort en définitive que malgré les différences de détail l'ensemble de la région étudiée correspond à une vaste pénéplaine découpée par des fractures et dans laquelle une érosion rapide a creusé des vallées profondes et escarpées et où par suite la présence dans tous les paysages de forme mûres ou même séniles est en remarquable opposition avec les formes de jeunesse des vallées. L'étude des cycles d'érosion qui prendra place à la suite de la Tectonique achèvera d'éclairer cette question d'une façon complète.

2e Section. — Stratigraphie

Historique

Le Yun-nan n'a été jusqu'à présent l'objet que d'études peu détaillées et le nombre de géologues qui s'y sont appliqués est fort restreint.

Dans son voyage si fécond en résultats, von Loczy (1) n'a pas abordé la région qui nous occupe et ses itinéraires passent à l'O. du méridien de Ta-li-fou. Nous aurons souvent au cours de cette étude à comparer nos séries avec celles qu'il a observées au Sseu-tchoan.

De décembre 1897 à juillet 1899, M. Leclère, Ingénieur en Chef des Mines, chargé d'une mission d'études géologiques et minières, a parcouru le Yun-nan ; de là il a gagné Hing-gni et Kwéi-yang et est redescendu au Tonkin par Kouei-lin et Nan-ning. De ce long itinéraire circulaire il a rapporté des fossiles intéressants. Un mémoire intitulé *Etude géologique et minière des provinces voisines du Tonkin* (2) fut le fruit de ses recherches. Je suis obligé de dire que la carte géologique d'ensemble au 1/5.000.000 jointe à cet ouvrage ne répond pas d'après mes observations personnelles à la distribution des divers terrains, ainsi le Cambrien fossilifère est noté comme Trias, de même que le Carboniférien et le Dévonien de la région de Lin-ngan. Par contre le Trias n'est pas reconnu, sauf près de Sui-long-tien et de Mong-tseu d'où ont été rapportés des fossiles déterminés par M. Douvillé et tout le beau géosynclinal triasique oriental rempli de fossiles est déterminé sur la carte comme « Lias et Rhétien ». Les directions tectoniques sont indiquées inexactement. — Les coupes ne correspondent aucunement à la réalité.

A peu près en même temps que M. Leclère, M. Monod (3) qui l'avait accompagné pendant une partie de son voyage, donnait sur le trajet de Lao-kay à Yun-nan-fou par Mong-tseu quelques notes qui offrent un certain intérêt. Toutefois sa coupe générale du Fleuve Rouge à Yun-nan-fou ne répond pas aux faits que j'ai observés.

Après un intervalle de quelques années, M. Lantenois, Ingénieur en chef des Mines, accompagné de MM. Counillon et Mansuy, allait, envoyé en mission par le Gouverneur général de l'Indochine, étudier les régions traversées par les tracés projetés de ligne ferrée au Yun-nan. M. Lantenois publia le résultat de ses recherches dans une note extrêmement intéressante et documentée (4) intitulée *Note sur la Géologie et les Mines de la région comprise entre Lao-kay et Yun-nan-fou*, accompagnée d'une carte au 1/500.000 ; la Mission rapporta un grand nombre de fossiles qui servirent à déterminer les horizons sur la carte. Si celle-ci n'offre que peu de renseignements sur l'extension des terrains reconnus de part et d'autre des itinéraires, la marche qui lui était imposée par les circonstances en est la cause et en tous cas les observations de M. Lantenois sont empreintes d'une grande précision et du plus haut intérêt et j'ai dû fréquemment

(1) *Die Wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise des Grafen Béla Szechenyi in Ostasien.* Vienne. Holzel. 1892.

(2) Annales des Mines, livraisons d'octobre et novembre 1902.

(3) G. H. Monod : *Contribution à l'étude géologique des provinces méridionales de la Chine.* Bull. Economique de l'Indochine n° 38, 1er août 1901 et *Notes sur quelques points en litige au sujet des formations de la Chine méridionale et du Tonkin.* Marseille ; Imp. Huard.

(4) Annales des Mines, livraisons de mars et avril 1907.

y recourir dans le cours de mes études. Les *Résultats paléontologiques* furent exposés avec beaucoup de compétence par M. Mansuy (1). Enfin M. Counillon donna une note, qui n'est guère qu'une série de listes de fossiles recueillis : *Note sur la géologie de la région de Po-shi, Lou-nan, Tou-tza, Mi-leu* (2).

Parmi les résultats très importants de la Mission Lantenois il faut citer en première ligne la belle découverte du Cambrien auquel j'ai pu attribuer ensuite une extension considérable.

Accompagné de M. Mansuy, le compétent paléontologiste de la Mission Lantenois, j'allai à mon tour au Yun-nan. Les premiers résultats de nos recherches ont été consignés dans une série de Comptes-Rendus donnés à l'Académie des Sciences : (3)

Généralités

Avant d'entrer dans le détail des descriptions d'étages et des séries locales, je crois utile d'indiquer rapidement quelle est la succession des terrains rencontrés dans la région explorée.

D'une façon générale tous les fossiles recueillis ont été figurés dans la description paléontologique faite par M. Mansuy. Cependant quelques espèces n'y figurent pas. Certaines espèces caractéristiques, déjà décrites par divers auteurs, ont pu être déterminées sur le terrain au moyen des ouvrages spéciaux emportés. Leur nombre est du reste excessivement restreint et ne porte guère que sur une dizaine d'espèces.

Les terrains métamorphiques ou granitiques n'apparaissent que dans le S., dans la vallée du Fleuve Rouge, c'est-à-dire seulement sur la bordure méridionale de notre champ d'exploration. Nous aurons donc très peu à nous en occuper.

Le Cambrien offre un développement énorme au Yun-nan, aussi bien dans son extension verticale qu'horizontale ; les séries fossilifères sont abondantes.

J'ai découvert l'Ordovicien, au N. d'Yi-léang. Le Gothlandien paraît représenté dans la même région, ainsi que dans le Nan-ti où il trouve son équivalent dans les schistes à *Spirifer tonkinensis* Mansuy.

Le Dévonien complet offre un développement colossal au Yun-nan. J'ai reconnu le Dévonien inférieur. Dans le Mésodévonien, l'Eifélien et le Givétien sont bien caractérisés, de même que le Frasnien et le Famennien dans le Dévonien supérieur.

Nous avons pu affirmer la présence du Dinantien, représenté par plusieurs niveaux. Le Moscovien, offre un développement énorme, ainsi que l'Ouralien ; dans cette série les Fusulinidés nous offriront des repères précieux.

Le Permien est représenté par une série de calcaires de l'Artinskien et du Pendjabien ; dans le Permien supérieur, se forment de puissants poudingues sur la ligne Lin-ngan Lou-nan, puis un régime lagunaire s'établit pendant la fin du Permien, provoquant la formation d'un domaine marno-gréso-sableux gypsosalifère étendu et épais.

Le Trias est représenté par le Trias inférieur très épais, gréseux et marneux, le Trias moyen (Muschelkalk) calcaire et la puissante série gréseuse à Ammonites du Trias supérieur.

Les terrains tertiaires ne paraissent absolument représentés que par des sables et marnes pliocènes avec des travertins, encombrant d'anciens fonds de lac et généralement accompagnés de lignites souvent exploités.

---

(1) Annales des Mines, livraisons de mars et avril 1907.

(2) id.

(3) J. Deprat et H. Mansuy : *Résultats stratigraphiques généraux de la Mission géologique du Yun-nan* 19 sept. 1910.
J. Deprat : *Sur la répartition géographique des divers étages reconnus au Yun-nan* 31 octobre 1910.
J. Deprat : *Sur la tectonique du Yun-nan* 14 novembre 1910.
J. Deprat : *Sur l'activité séismique au Yun-nan pendant l'année 1909* 28 novembre 1910.
J. Deprat : *Sur la classification des calcaires à Fusulines en Chine et en Indochine* 13 mars 1911.
J. Deprat : *Sur l'importance des mouvements épirogéniques récents dans l'Asie sud-orientale.* 29 mai 1911.

CHAPITRE PREMIER

Terrains cristallophylliens

Les terrains cristallophylliens n'apparaissent que sur la limite méridionale de la région étudiée, à la faveur de la profonde coupure du Fleuve Rouge, et sur la bordure du bassin effondré de Mong-tseu. Ce sont des schistes anciens micacés et feldspathisés que d'après les échantillons recueillis par M. Leclère, MM. Michel Lévy et Lacroix (1) ont déjà comparés à certains types de Saint Léon dans l'Allier. Ces formations sont accompagnées de cipolins et d'amphibolites ; elles contiennent des masses plus ou moins puissantes de leptynites ou de pegmatites tourmalinifères. Les différentes routes qui montent du Fleuve Rouge à Mong-tseu, soit celle du Sin chien, soit celle de Man-hao, recoupent ces terrains. M. Lantenois (2) a déjà indiqué avec précision la série des niveaux rencontrés : « A Sin-kay, au bord du Fleuve Rouge on voit au milieu des gneiss du calcaire jaunâtre cristallin. Puis on s'élève dans une formation puissante de *leptynite un peu tourmalinifère* contenant des bancs assez nombreux, mais peu épais d'amphibolites. La direction est N.-O.. Ensuite gneiss feuilletés, contenant des lits assez fréquents de *pegmatite* (ou *leptynite*) à *tourmaline*, *puis gneiss à mica blanc*, se rapprochant de la structure granitoide. Après Ma-i, succession de gneiss et de calcaires marbres bien stratifiés dans les gneiss. Toujours direction N.-O. Le calcaire devient moins métamorphique, puis calcaires feuilletés, calcaires lustrés ; localement ophite verte et gabbro. — Calcaire amphibolique. »

Dans l'itinéraire Man-hao à Mong-tseu on voit à la base dans le fond de la vallée du Fleuve Rouge des gneiss avec cipolins vers la partie supérieure ; la formation cesse à Lao-téou.

Dans la vallée du Nan-ti les mêmes formations s'observent entre Lao-kay et La-ha-ti.

Sur la bordure du bassin de Mong-tseu, sur le revers N. E. du massif de Ko-tiéou, les terrains cristallophylliens apparaissent à la faveur d'une faille près de Ta-touen ; ce sont des *schistes granitisés, traversés par une pegmatite à tourmaline et eux-mêmes tourmalinifères.* Ces roches sont stannifères et c'est leur destruction qui a fourni les remplissages de fentes dans les calcaires ou les gisements alluvionnaires.

M. Lantenois a signalé le premier dans la région de Si-wo deux petits amas de *granite à mica noir et tourmaline.*

Que représentent ces terrains cristallophylliens ? D'abord jusqu'où monte le métamorphisme dans la série sédimentaire ? Il ne nous paraît pas que la montée granitique ait agi plus haut que le Carboniférien dans la région de Ko-tiéou et du Fleuve Rouge. M. Lantenois a émis l'opinion que sur la bordure du plateau au S. de Mong-tseu : « apparaissent, légèrement métamorphisés tout d'abord, les terrains d'âge secondaire, comprenant surtout le calcaire gris-bleu du Trias moyen (3) » et ailleurs : « d'après l'ensemble de mes observations il semble que l'époque de ses venues (du granite) se place entre le Dévonien et le Rhétien. Certains granites seraient relativement jeunes, ayant métamorphisé les terrains triasiques (exemple Ko-tiéou) mais il me paraît y avoir eu aussi des venues antérieures (4) ».

Je ne puis souscrire à la proposition de granites postpaléozoïques. Je considère comme M. Lantenois que la série des gneiss, cipolins, amphibolites du Fleuve Rouge représente du Dévonien, j'ajouterai du Silurien, car ce dernier est représenté à Ko-kou par les schistes à *S. tonkinensis* ; je crois même que le Cambrien y est représenté. D'autre part la venue granitique a touché le Carboniférien supérieur ; mais là s'arrête le métamorphisme. Je n'ai pu voir nulle part le Trias touché par la transformation. L'hypothèse émise par M. Lantenois provient, je crois, de ce qu'il considère comme entièrement triasique le massif de Ko-tiéou, tandis qu'au contraire le Trias n'y apparaît qu'exceptionnellement et que l'ensemble de la masse

---

(1) C. R. Ac. Sc. 29 janvier 1900.

(2) *Note sur la Géologie et les Mines de la région comprise entre Lao-kay et Yun-nan-fou.* Annales des Mines, Mars 1907, p. 80.

(3) Op. cit. p. 83.

(4) Op. cit. p. 77.

calcaire à l'O. d'A-san-tchai est formé par les calcaires ouraliens. Ces derniers ont été très *localement*, très *légèrement rendus cristallins*.

Dans la vallée du Nan-ti le métamorphisme englobe également les terrains paléozoïques jusqu'au Carbonifférien supérieur, mais n'est pas monté plus haut ; du reste il n'y a pas de terrains secondaires dans le Nan-ti.

A mesure que l'on s'éloigne vers le N. le métamorphisme décroît rapidement et le Cambrien lui-même apparaît absolument libre de toute influence de cette nature.

Résumé : Les terrains cristallophylliens du Fleuve Rouge et du bas Nan-ti et de la bordure du bassin effondré de Mong-tseu représentent la série paléozoïque profondément modifiée jusqu'au Carbonifférien moyen. L'Ouralien est à peine touché. Ceci est d'accord avec ce que j'ai indiqué au Tonkin où sur la feuille de Yen-bay (1) les terrains secondaires sont franchement transgressifs sur les terrains cristallophylliens englobant uniquement des terrains primaires et sur les granites. Il en est de même en Annam où la montée granitique qui probablement a eu lieu à la suite des plissements du Carbonifférien moyen n'a pas atteint le Permien et a transformé surtout le Silurien et le Dévonien.

(1) J. Deprat, *Sur les formations éruptives et métamorphiques du Tonkin*. C. R. Ac. Sc. 15 novembre 1909.

CHAPITRE II

Groupe paléozoïque

Système Silurien

CAMBRIEN

Le Cambrien a été observé pour la première fois dans le Yun-nan oriental par la mission Lantenois. Les fossiles recueillis furent signalés par M. Mansuy (1) dans une note préliminaire. M. Mansuy indiquait à Lou-fong-tsuen et à Tchin-tia-in les genres *Obolella*, *Lingulella*, *Discina* et un Trilobite d'abord déterminé comme *Olenellus (Mesonacis)* n. sp. aff. *asaphoïdes*. Dans le mémoire plus important publié en 1907 (2) M. Mansuy donnait d'une façon plus complète la description de ce fossile, le décrivait comme *Olenellus (Mesonacis) Verneaui* n. sp.

Le Cambrien offre d'après nos observations un développement considérable au Yun-nan. Il atteint entre le parallèle de Yun-nan-fou et le Fleuve Bleu un maximum de développement vertical qui peut être évalué dans cette région à 2000m. au minimum. Dans l'ensemble de l'étage abondent surtout les grès très divers, caractérisés par un bariolage intense, et s'échelonnant depuis le quartzite le plus compact et le plus dur jusqu'au grès sableux friable à l'excès ; les argiles feuilletées, sous forme de schistes ardoisiers ou au contraire de schistes argileux inconsistants, se transformant en temps de sécheresse en une poudre jaune impalpable qui sature l'atmosphère ou par la pluie en boue liquide, constituent avec les grès la majeure partie des formations cambriennes. Généralement bréchoïdes et cristallins les calcaires n'apparaissent que rarement sous forme de niveaux peu épais relativement à la puissance des formations argilo-gréseuses.

Bien que les affleurements cambriens soient extrêmement nombreux et souvent d'une superficie considérable, il est rare de trouver une série absolument complète par suite de la complexité des mouvements tectoniques. Dans tout l'ensemble du Yun-nan oriental, d'après les points où on peut relever des séries complètes que l'on peut raccorder d'après leurs horizons communs, on peut introduire dans le Cambrien deux grandes divisions en considérant *à la base un puissant étage de grès arkosiques et de quartzites avec épisodes calcaires, et à la partie supérieure une série épaisse de grès psammitiques en plaquettes, d'argiles bariolées fines, de grès sableux en bancs épais très diaclasés où interviennent très rarement les calcaires francs et les grès durs de l'étage précédent ;* ce sont en général des formations très incohérentes, très peu consistantes, formées dans une mer au fond instable, remplie de sédiments argileux et arénacés où abondent les ripple-marks et les fentes de retrait moulées dans les argiles.

Cambrien au S. O. de Po-shi

Le Cambrien forme comme le montre la carte, une étroite bande comprise entre le Kiou-kiang et le Tié-tchen-'ho, dans l'angle formé par leur confluent. On n'observe ici qu'une série incomplète de l'étage supérieur parce que la série bute à l'E. et à l'O. contre deux grandes dislocations qui l'arrêtent d'un côté contre le Dévonien inférieur, de l'autre contre le Dévonien moyen (fig. 8 atlas). A l'O. de 'He-mo on observe la série suivante :

5	Marnes rosées tendres en plaquettes, parfois jaunâtres, à *Redlichia carinata* Mansuy et *Redlichia Walcotti* Mansuy	120 m.
4	Schistes verdâtres très fissiles à *Obolus detritus* Mansuy.	20 m.
3	Calcaires marneux lie de vin, parfois blanchâtres par efflorescence. . . .	70 m.
2	Calcschistes noirs en grandes plaques, sans fossiles.	10 m.
1	Schistes marneux verts et rosés se fendant en minces plaquettes, *à Lingula yunnanensis* Mansuy, *Lingulella* sp., *Acrothele orbicularis* Mansuy. . . .	40 m.

(1) H. Mansuy : C. R. Ac. Sc. CXL, 1905 p. 672.

(2) H. Mansuy : *(Mission géologique et minière du Yun-nan méridional). Résultats paléontologiques*, p. 153. Annales des Mines, livraisons de mars et avril 1907.

Cet ensemble est nettement du Cambrien inférieur. Le tout est plissé fortement comme le montre la fig. 8 (atlas).

Au S. O. de 'He-mo, entre Po-shi et Lin-ngan le Cambrien se prolonge dans une longue bande qui passe sur la bordure N. du bassin de Lin-ngan. En s'éloignant de 'He-mo vers cette direction on voit s'élargir la bande cambrienne qui joue un rôle prédominant avec le Dévonien inférieur dans la région de Ta-ka-la, Mo-kou, Ki-tse-tchong. Il est ici complètement impossible d'indiquer une série détaillée : l'étage supérieur argiloarénacé est probablement représenté dans sa plus grande part, mais il est complètement écrasé et formé d'écailles empilées couchées vers le S.O., formant un puissant complexe de schistes ardoisiers verts, roses ou blanchâtres par altération, contournés et écrasés, constituant une nappe chevauchant au S. E. le Dévonien moyen qui apparaît entre Lao-yun et Wou-lou-si-chou. J'indique fig. 156 (atlas) l'allure topographique de cette région aux crêtes égales, arrondies et plates, restes d'une ancienne topographie sénile contrastant avec les formes étonnamment jeunes des vallées profondes de Mo-kou, Ki-tse-tchong, etc. Au N. O. de Ki-tse-tchong, les calcaires de l'étage inférieur chevauchent largement la nappe de l'étage argilo-arénacé. La fig. 9 (atlas) montre l'allure générale du Cambrien dans la région de Ki-tse-tchong.

L'écrasement de la série augmente à mesure que l'on avance vers le S. Le Dévonien inférieur participe du reste en partie à la constitution de la nappe et ses sédiments schisteux écrasés sont souvent impossibles à discerner de la masse cambrienne. Par endroits, notamment dans la région de Ta-ka-la on reconnaît localement certains horizons cambriens par exception moins maltraités par les laminages.

Calcaires de l'étage inférieur. — Les calcaires de l'étage inférieur qui apparaissent en arrière de la coupe fig. 9 (atlas) sont grisâtres, très cristallins et ne contiennent jamais la moindre trace d'organisme. Leur structure est généralement finement bréchoïde. Au N. N. O. de Ki-tse-tchong leur épaisseur est de 130m environ.

Grès de l'étage inférieur. — La bande cambrienne se prolonge avec des caractères identiques sur la bordure N. du bassin de Lin-ngan où apparaissent puissamment développés les grès arkosiques et les quartzites de l'étage inférieur. La masse des grès compacts repose directement entre Sin-fang et Leng-chouéi-keuou sur la série argilo-arénacée. De Sin-fang à Leng-chouéi-keuou on traverse la série suivante en tenant compte que l'on se trouve en présence de deux termes se chevauchant, l'étage inférieur étant poussé sur le terme supérieur.

CARBONIFÉRIEN MOYEN CALCAIRE

PLI FAILLE

CAMBRIEN INFÉRIEUR. . . .	Etage inférieur des grès.	Grès grossier.	20m.
		Schistes jaunes fins gréseux à fossiles écrasés indéterminables.	10
		Arkoses.	30
		Calcaire gris fétide bréchoïde.	25
		Grès compacts clairs à gros grain très durs.	100
		Schistes noirs gréseux.	20
		Grès compacts très durs et quartzites.	200
		Arkoses grises, dures, à gros grain	100
		Plan de chevauchement.	
	Etage supérieur argilo-arénacé	Série extrêmement écrasée et contournée à pendages multiples de schistes satinés verdâtres, bruns, jaunes, de marnes roses et blanches avec intercalations de grès sableux fragmentés (1).	600

PLAN DE CHEVAUCHEMENT

DEVONIEN MOYEN

(1) Déjà traversé par M. Lantenois qui avait remarqué (*op. cit.*) l'extraordinaire état d'incohérence de la série argilo-arénacée à laquelle il n'a pas attribué d'âge, ce qui du reste lui eût été impossible, car pour ce faire il est nécessaire de la voir passer au N.-O. à une zone moins écrasée comme celle de 'He-mo.

Observations. — On voit que la majeure partie de l'étage inférieur est composée par les grès compacts et que les calcaires et les grès schisteux n'y interviennent qu'à titre épisodique. La plupart de ces grès sont de couleur claire, très durs, en assises épaisses où le caractère lithologique persiste sur une grande épaisseur.

Le canyon de Leng-chouéi-keuou qui recoupe obliquement la direction des plis orientée à peu près N. N. E. avec quelques inflexions locales N. S. offre une bonne coupe de ces formations.

La série supérieure argilo-arénacée sur laquelle est poussée la série inférieure est extraordinairement plissée et disloquée comme dans la région de Ki-tse-tchong ; il y a un vif contraste entre le degré de contournement et de laminage de ces formations et la régularité des assises de grès compacts quartziteux de l'étage inférieur qui les chevauchent comme une carapace régulière, plissée, mais sans accidents brusques. Elles chevauchent le Dévonien moyen calcaire et forment ainsi une nappe de terrains schisteux écrasés entre deux termes plus durs. Je renverrai le lecteur à la coupe (fig. 9 atlas) pour plus de clarté.

Cette allure écrasée de l'étage argilo-arénacé se poursuit ainsi sur une très grande longueur, puisque son charriage sur des termes plus récents et son chevauchement par l'étage inférieur commencent aux environs de Ta-ka-la pour se poursuivre au N. du bassin de Lin-ngan, soit sur une longueur de 40 km. ; je ne sais ce qu'il en advient au S. O. vers le haut Fleuve Rouge car je n'ai pas étendu mes recherches dans cette direction.

Le Cambrien au N.-O. de Po-shi, entre le Tié-tchen-'ho et le lac de Tch'eng-kiang

Le Cambrien apparaît très fréquemment dans toute la région comprise entre le lac de Tch'eng-kiang et le Tié-tchen-'ho, c'est-à-dire dans la région montagneuse désignée sous le nom de Wou-tsa-chann par la carte chinoise. Généralement il se montre incomplet par suite des accidents tectoniques multiples, failles ou plis-failles de chevauchement qui l'affectent, et qui ont provoqué de fréquents étirements et la disparition de séries épaisses. (fig. 10 atlas).

Environs de Ho-tein. — Le Cambrien inférieur forme entre Ho-tein et Tou-lao houé une bande large seulement de 1 km. poussée à l'E. sur le Dévonien moyen, à l'O. recouverte par l'Ouralien calcaire à *Neoschwag. craticulifera* transgressif ; une partie seulement de l'étage supérieur est représentée et l'étage inférieur des grès ne l'est pas. On observe successivement, de bas en haut (fig. 10 atlas).

5	Grès jaunes en plaquettes à *Redlichia nobilis* Walc., *Redlichia* sp. .	30 m.
4	Grès jaunes micacés très sableux à *Redlichia carinata* Mansuy et *Redlichia Walcotti* Mansuy.	70 m.
3	Dalles vertes gréseuses micacées pétries de *Redlichia carinata* Mansuy .	60 m.
2	Grès et quartzites verdâtres avec intercalations de schistes gréseux jaunes fissiles à *Planolites*.	120 m.
1	Marno-calcaires rouges ou lie de vin, blancs par efflorescence, sans fossiles.	110 m.

D'une façon générale l'ensemble rappelle ce qu'on observe à l'O. de 'He-mo ; à la base affleure la série des calcaires marneux lie-de-vin sans fossiles ; au-dessus intervient une série de grès schisteux très micacés contenant la même faune que les schistes roses à l'O. de 'He-mo, mais de facies lithologique différent. Le niveau 3 renferme en abondance des *Obolus* qui remplissent littéralement certaines dalles. Dans les niveaux 4 et 5 pullulent les individus appartenant au genre *Redlichia* ; certains feuillets sont couverts de glabelles, de joues mobiles séparées, de segments thoraciques ; il est rare de trouver des individus complets et on a l'impression de se trouver devant des dépôts constamment remaniés par la mer. Les ripple-marks sont très fréquents.

Environs de Mong-ti-tsen. — A l'O. de la bande cambrienne de Ho-tein en existe une autre passant entre Mong-ti-tsen et Sin-tchai ; cette bande appartient à une nappe chevauchant les terrains carbonifériens. De Mong-ti-tsen à Sin-tchai on relève la série suivante :

7	Marnes noduleuses vertes, brun-rouge ou chocolat sans fossiles de Fein-chouéi-lin.	50 m.
6	Banc de quartzites verts très durs sans fossiles de Lao-li-tsin.	15 m.
5	Psammites rouges et jaunes à *Redlichia chinensis* WALCOTT	25 m.
4	Grès jaunes très sableux à *Redlichia Walcotti* MANSUY	60 m.
3	Schistes verts ardoisiers d'entre Mong-ti-tsen et Lao-li-tsin à *Obolus* sp. *Acrothele orbicularis* MANSUY	60 m.
2	Banc de calcaire marneux noir avec intercalations quartziteuses. . . .	8 m.
1	Calcschistes noirâtres blanchissant par altération	15 m.

ENTRE TSIN-LONG-KAI ET SIN-TCHAI. — La bande précédente se prolonge au N. N. E., passant entre Tsin-long-kai et Sin-tchai. Le chemin muletier de Tsin-long-kai à cette localité recoupe le Cambrien inférieur au sommet de la montée par laquelle s'élève le sentier en lacets de la vallée du torrent de Tsin-long-kai. La coupe est très incomplète (fig. 11 atlas), seule une partie de l'étage argilo-arénacé est visible. Cette coupe partielle offre :

4 Schistes gréseux roses, fins, tachant les doigts, à *Redlichia chinensis* WALC.
3 Schistes verts gréseux à *Lingulella* sp., *Acrothele orbicularis* MANSUY.
2 Psammites gris.
1 Calcschistes noirs en grandes dalles.

ENVIRONS DE 'HAI-KEUOU. — Aux environs de'Hai-keuou, point d'émission des eaux du lac de Tch'eng-kiang vers le Tié-tchen-'ho, le Cambrien affleure fréquemment, mais il appartient à la masse charriée dont nous avons vu un lambeau à l'O. de Tsin-long-kai. Comme il est complètement laminé, écrasé, haché de plans de glissement qui le transforment en une multitude d'écailles incohérentes, il est difficile d'y relever des coupes continues.

Entre Tsin-long-kai et 'Hai-keuou une série d'écailles de Cambrien inférieur alternant avec des lames de calcaire moscovien, le tout étant couché vers le S.-E., offre quelques gisements fossilifères. Ainsi sur le flanc O. de la vallée du torrent de Tsin-long-kai, à la descente en lacets après Pe-ts'uen, affleurent largement les schistes marneux fins rosés : plusieurs points fossifères ont offert des fragments de Trilobites à rapporter à *Redlichia chinensis* WALCOTT, *R. Walcotti* MANSUY, *R. carinata* MANSUY avec *Lingulella* sp.

Entre Ma-ts'uen et Pe-ts'uen sur le chemin de 'Hai-keuou à Tsin-long-kai, affleurent des grès schisteux gris verdâtres écrasés renfermant :

Ptychoparia yunnanensis MANSUY.
Obolus chinensis WALCOTT.
Hyolites sp.

Cette faunule appartient à un horizon plus élevé que ceux rencontrés jusqu'à présent, c'est peut être de l'Acadien, en tous cas au moins la partie supérieure du Géorgien.

Au N. de'Hai-keuou, le pourtour du lac de Tch'eng-kiang est formé de hautes collines dépassant 2000m. Elles sont formées de Cambrien extrêmement plissé charrié sur le Carboniférien moyen calcaire, la fig. 12 (atlas) montre dans quelles conditions. Les couches représentées sont des grès micacés plus ou moins fissiles alternant avec des grès plus durs quoique encore sableux, se divisant en parallelipipèdes. Ces formations donnent rapidement naissance à des accumulations d'éboulis schisteux ; le degré de dislocation auquel elles ont atteint empêche absolument d'y introduire une division suivie. Outre les plans de chevauchement innombrables elles sont traversées par de grandes cassures irrégulières. Les teintes jaune, rouge et vert grisâtre dominent dans les tons qu'offrent ces masses gréseuses Les niveaux argileux ou finement gréseux, pulvérulents, des couches à *Redlichia chinensis* WALC., *R. Walcotti* MANSUY et *R. carinata* MANSUY précédemment rencontrés dans les séries déjà étudiées sont faiblement représentés et les grès grossiers micacés, psammitiques ou en bancs épais donnent la note dominante. Les gisements fossilifères sont très nombreux et il n'est guère possible d'en signaler d'une façon particulière. On y recueille :

Planolites sp.
Obolus Damesi WALC.
Obolus chinensis WALC.
Obolus sp.
Ptychoparia yunnanensis MANSUY.
Hyolites sp.

Comme la faune du gisement entre Ma-tsuen et Pe-tsuen avec laquelle elle se montre étroitement liée, cette faune paraît indiquer soit la partie inférieure de l'Acadien, soit la partie supérieure du Géorgien.

Entre 'Hai-keuou et Houéi-chouéi-tang le chemin muletier recoupe fréquemment un long lambeau cambrien pincé dans des plis failles et où n'apparaît que l'horizon à *Redlichia chinensis* Walcott. J'ai recueilli de nombreux débris de ce fossile en divers points, non seulement sur la route, mais en dehors dans les ravins descendant vers le Tié-tchen-'ho. Un gisement à 1 km. au S. de Soun-tseu-yuen, près de la bifurcation des sentiers de 'Hai-keuou et de Lou-fong-tsouen, m'a fourni en outre des débris de *Ptychoparia yunnanensis* Mansuy.

A Houéi-chouéi-tang la colline qui porte le village offre sur son flanc N. une coupe nette, mais restreinte (fig. 13 atlas) où apparaît un niveau particulier dans les couches à *Redlichia* et caractérisé par une grosse *Lingule* qui remplit certains bancs. On observe de bas en haut :

4	Schistes terreux jaunâtres pulvérulents à *Redlichia nobilis* Walc avec intercalations de minces bancs gréseux sableux à cassure parallélipipédique.	10 m.
3	Schistes gréseux jaunes en plaquettes à *Redlichia chinensis* Walc . . .	8 m.
2	Grandes dalles verdâtres de grès micacé noduleux à *Lingula yunnanensis* Mansuy.	2 m.
1	Schistes jaunes fins pulvérulents à *Redlichia chinensis* Walc.	?

Lambeau de Siao-tang-po. — Près du village de Siao-tang-po, entre la bordure de la plaine de Tch'eng-kiang et Houéi chouéi-tang un lambeau allongé pincé entre des plans de contact anormaux avec l'Ouralien calcaire, extrêmement disloqué en écailles contournées, offre localement la série suivante :

3 Grès verts ou grisâtres.
2 Schistes noirs gréseux sans fossiles.
1 Grès jaune fin.

Le niveau 1 contient :

Redlichia chinensis Walc.
Redlichia carinata Mansuy.
Redlichia sp.

Le niveau 2 ne contient aucun fossile. Le niveau 3 offre près de la bifurcation du chemin de Tch'eng-kiang à Siu-kia-tou sur le chemin de Houéi-chouéi-tang, à cinquante mètres de la croisée des routes, un beau gisement à :

Ptychoparia yunnanensis Mansuy.
Hyolites sp.

Cambrien de Lou-fong-tsouen. — Le Cambrien reparaît au fond de la vallée du Tié-tchen-'ho à Lou-fong-tsouen, ici encore trop disloqué (1) pour qu'on puisse y voir une série complète. Sur la route de Ta-tsuen, M. Mansuy a relevé la série suivante à la montée après les rizières :

5 Grès avec bancs calcaires.
4 Schistes bariolés alternant avec de minces bancs de grès sableux.
3 Grès schisteux alternant avec des lits psammitiques.
2 Grès quartzeux.
1 Argiles bariolées rouges et vertes.

---

(1) M. Lantenois, (op. cit. page 314) avait indiqué déjà la présence du Cambrien à Lou-fong-tsouen et son état de dislocation : « Les strates deviennent ensuite extrêmement disloquées : je constate des cassures fréquentes et des changements brusques de direction à angle droit qui semblent témoigner d'un violent effort de torsion ».

L'horizon 3 contient :

Planolites sp. — *Redlichia chinensis* Walcott.
Obolella sp. — *Nothozoe* sp.

Les Trilobites sont au même niveau que les Planolites, mais on les recueille toujours dans les grès sableux, jamais dans les lits schisto-argileux. Sur les grandes dalles de schistes à *Planolites* on observe avec des ripple-marks des fissures de dessication.

Le Cambrien dans la région d'Yi-léang, K'o-pao-tsouen, Tang-tche, Ta-koa, Eul-long-si-chou

Entre Ta-koa et Yi-léang. — Dans toute la région qui s'étend entre Ta-koa et le Tié-tchen-'ho le Cambrien reparaît en formant une bande épaisse, mais où les dislocations sont toujours très considérables comme le montre la coupe représentée fig. 100 (atlas). Violemment refoulé et divisé en écailles elles-mêmes plissées au point d'offrir des pendages absolument incohérents par endroits, il forme au contraire parfois des plans moins maltraités. C'est le Cambrien inférieur à *Redlichia chinensis* Walc. qui affleure uniquement, sous la forme de l'horizon des schistes roses et jaunes marneux tendres à alternances gréseuses. Les points fossilifères sont assez nombreux, mais les fossiles sont toujours brisés ; ce sont en général des fragments de Trilobites. Près de Ta-koa, sur la route de Tien-sen kouang, à la sortie du village, j'ai recueilli une glabelle de *R. chinensis* Walcott. J'ai trouvé d'autres échantillons avec de nombreux *Planolites* sur la route de Ta-koa à Yi-léang, en divers points sur les revers du sentier, ou en dehors de la route dans les petits ravins qui entaillent les collines. Au sud de la plaine d'Yi-léang, près de Kéou-kiai-tseu affleurent les grès arkosiques s_1 en masses puissantes; dans les éboulis au bord du Tié-tchen-'ho M. Mansuy a recueilli 2 exemplaires de *Redlichia chinensis* Walcott, ce qui montre la grande extension verticale de cette espèce dans le Géorgien.

Entre le Tié-tchen-'ho et le lac de Iang-tsong. — Le Cambrien affleure largement entre la vallée du Tié-tchen-'ho, là où il s'élargit pour former la plaine d'Yi-léang, et la fosse du lac de Iang-tsong. Les coupes que l'on peut observer sont nombreuses. La partie la plus inférieure apparaît au bord du lac de Iang-tsong ; on peut l'observer en longeant la falaise au S. de l'entrée du déversoir.

Une faille importante qui passe à l'E. de Tang-tche interrompt la série cambrienne, mais la puissance de l'étage est telle que la faille, bien qu'importante, met en contact Cambrien et Cambrien. De sorte qu'en poursuivant à l'E. de Tang-tche vers Yi-léang on constate facilement, par suite de la fréquence des gisements fossilifères, que la haute chaîne qui sépare la plaine de Tang-tche de la plate vallée du Tié-tchen-'ho à Yi-léang en est complètement formée. L'ensemble est plissé. M. Leclère qui a étudié cette région s'exprime ainsi malgré la présence des points fossilifères nombreux : « La vallée d'Yi-léang est encore limitée à l'O. par une cassure N.-N.-E. du calcaire. On la franchit à l'altitude de 2250 m. en s'élevant d'abord à la surface d'un terrain de schistes et grès carbonifériens inférieurs, qui apparaissent en concordance avec les schistes dévoniens de Sé-yen-tsin. Ce terrain porte des témoins de calcaire à Productus ». On remarquera que M. Leclère n'a pas émis le moindre doute sur l'âge de la série schisto-gréseuse ; or ce supposé Carboniférien inférieur est du Cambrien et le calcaire à Productus est un niveau calcaire du Cambrien qui du reste n'offre en aucune façon le facies lithologique des calcaires carbonifères.

M. Lantenois qui quelques années plus tard a parcouru le même itinéraire a trouvé des gisements fossilifères qui ont permis de reconnaître le Cambrien inférieur désormais connu dans cette région depuis sa Mission.

Entre la fracture et Yi-léang on observe plusieurs séries intéressantes le long de la route, mais rapidement interrompues par des dislocations. L'ensemble offre, en partant de la plaine de Tang-tche, d'abord la série des schistes jaunes et rosés marneux à *Redlichia chinensis* Walcott, à laquelle succède la série des grès verdâtres de l'horizon à *Ptychoparia yunnanensis* Mansuy. C'est ce que nous avons observé partout ailleurs. A la base des schistes marneux, soit dans les schistes, soit dans les grès qui alternent avec eux, M Mansuy ou moi avons recueilli :

Planolites sp.
Lingulella sp.
Obolus detritus Mansuy.
Redlichia chinensis Walcott.
Aluta sp.
Nothozoe sp.
Redlichia carinata Mansuy.

Les gisements appartenant à un horizon plus élevé des couches à *Redlichia* ont donné :

Amiella prisca Mansuy (1).
Redlichia chinensis Walcott.
Palaeolenus Douvillei Mansuy.
Palaeolenus Lantenoisi Mansuy.
Obolus detritus Mansuy.
Obolus chinensis Walcott.

La partie supérieure offre de nombreux gisements où l'on recueille :

Obolus chinensis Walcott.
Obolus Damesi Walcott.
Acrothele Matthewi eryx Walcott.
Bradoria Douvillei Mansuy.
Redlichia sp.
Ptychoparia yunnanensis Mansuy.

Le long de la bordure de la chaîne, de K'o pao-tsouen au croisement de la route d'Yi-léang à Tang-tche, les gisements sont nombreux. En descendant sur Yi-léang il en est de même. Il est difficile du reste de préciser les points exacts des gisements, car la région est extrêmement découverte, le terrain affleure partout et dans un niveau fossilifère on recueille les fossiles sur de longues distances.

Toute cette série est fossilifère. On recueille dans le niveau des grès micacés inférieurs aux schistes marneux à *Redlichia* :

Obolus sp.

La masse des schistes rosés et jaunes marneux épaisse d'au moins 250^{m} offre :

Obolus sp.
Nothozoe sp.
Aluta sp.
Redlichia chinensis Walcott.
Redlichia carinata Mansuy.
Redlichia Walcotti Mansuy.

Le niveau supérieur offre :

Obolus detritus Mansuy.
Obolus chinensis Walcott.
Palaeolenus Douvillei Mansuy.
Palaeolenus Lantenoisi Mansuy.
Redlichia chinensis Walcott.

L'horizon des grès gris et verts schisteux ou marneux a donné :

Obolus chinensis Walcott.
Obolus Damesi Walcott.
Acrothele Matthewi eryx Walcott.
Bradoria Douvillei Mansuy.
Redlichia sp.
Palaeolenus Douvillei Mansuy.
Amiella prisca Mansuy.
Hyolites sp.

Rive O. du lac de Iang-tsong. — Le Cambrien affleure sur la rive occidentale de lac de Iang-tsong dans des plis biseautés par la fosse du lac. Un anticlinal déversé vers le S.-S.-E. offre la série argilo-arénacée et plus précisément les couches à *Redlichia chinensis* Walcott. Une autre bande parallèle passe à l'O. du village de Chouéi-tang, butant par faille contre le Carboniférien moyen (V. Carte) ; cette bande participe à la constitution du haut chaînon du Ta-ing-chann. C'est également l'étage argilo-arénacé qui la constitue : près de Chouéi-tang la base de la série butant contre la faille (fig. 37 atlas) offre un banc de calcaire gris cristallin au-dessus duquel vient immédiatement la série des schistes jaunes ou rosés marneux tendres à *Redlichia chinensis* Walcott.

Environs de Ma-ngan-chin et d'Eul-long-si-chou. — Le Cambrien se prolonge au N. de Tang-tche et d'Yi-léang en prenant un développement énorme dans la direction de Ma long-tchéou ; la Carte géologique montre dans toute cette région la prédominance des affleurements de cet âge. L'étage argilo-arénacé

(1) *Amiella prisca* trouvé par M. Mansuy représente le plus ancien Eurypteridé actuellement connu.

est sculpté en hauts sommets arrondis à pentes rapides, l'étage inférieur des grès et des calcaires offre au contraire des gorges encaissées ou de vrais canyons et des escarpements notables.

D'Yi-léang à Ly-kouan-in le chemin qui suit la rivière recoupe la succession suivante :

Étage supérieur argilo-arénacé.	7	Grès jaunes fins pulvérulents.	20 m.
	6	Marnes jaunes et roses tendres fissiles, tachantes, avec intercalations de grès sableux.	200 m.
	5	Schistes gréseux verdâtres.	15 m.
	4	Schistes marneux noirs.	5 m.
Étage inférieur des grès.	3	Grès verts durs quartziteux.	130 m.
	2	Banc de calcaire cristallin.	20 m.
	1	Grès verts et gris quartziteux de Tchin-tia-in.	80 m.

Les grès verts et gris, excessivement durs, dans lesquels les grains quartzeux sont fortement réunis par un ciment lui-même quartzeux, affectent souvent la forme de véritables quartzites d'une grande dureté. Leur épaisseur est considérable. Je n'y ai pas recueilli de fossiles.

Dans la masse des marnes jaunes et roses j'ai trouvé à la montée au-dessus de la rivière après le village de Lou-kouen-tsouen, en allant vers Ly-kouan-in, plusieurs échantillons fragmentés de *Redlichia chinensis* Walcott (1).

De Ly-kouan-in à Eul-long-si-chou on recoupe en suivant la vallée une série à peu près identique. A partir de la faille qui passe à l'O. de Ly-kouan-in (V. Carte), on traverse d'abord une gorge étroite en cluse coupant transversalement une grosse masse de calcaire cristallin bréchoïde auquel succède près de Ma-ngan-chin une épaisse série de grès verts et d'arkoses très durs, le tout sans fossiles, puis vient la série des horizons de l'étage argilo-arénacé dont la partie supérieure n'affleure pas. Seuls apparaissent les schistes gréseux verdâtres de la base à *Planolites*, avec *Acrothele orbicularis* Mansuy, équivalent de l'horizon similaire signalé déjà (*V. ante*) près de Mong-ti-tsen à l'O. de Po-shi. A Eul-long-si-chou ces couches viennent buter (fig. 38, atlas) contre la série carbonifère par l'intermédiaire d'une faille puissante prolongement septentrional de la zone de fracture des lacs (V. la carte).

Série du col de Si-yang-lang (ou Tsin-chouéi-keuou). — Au N. d'Eul-long-si-chou le Cambrien offre une belle coupe au col de Si-yang-tang. Elle est intéressante en ce sens qu'elle montre aussi l'Ordovicien (fig. 14 atlas). On relève la série detaillée suivante :

ORDOVICIEN				
CAMBRIEN. . . .	Etage supérieur argilo-arénacé	7	Horizon des grès jaunes fins marneux à *Redlichia carinata* Mansuy et *R. Walcotti* Mansuy.	200 m.
		6	Marnes jaunes et roses tendres à *Redlichia chinensis* Walcott à intercalations gréseuses à *Planolites* sp. . .	
		5	Schistes gréseux verdâtres à *Acrothele orbicularis* Mansuy.	10 m.
	Etage inférieur des grès. . .	4	Calcaire gris bréchoïde.	20 m.
		3	Masse de grès gris quartziteux.	130 m.
		2	Calcaire gris bréchoïde.	20 m.
		1	Masse de grès vert arkosique et quartziteux.	100 m.

On remarquera l'absence de l'horizon des grès verts ou gris micacés à *Ptychoparia* entre l'Ordovicien et la masse des grès et des marnes à *Redlichia*. Cette absence est probablement le résultat d'une lacune locale d'ordre tectonique que le parallélisme de l'ensemble des assises ne permet malheureusement

(1) La mission Lantenois avait déjà recueilli près de Tchin-tia-in des échantillons de Trilobite déterminé alors comme *Olenellus (Mesonacis) Verneaui* n. sp. et qu'on doit rapporter à *Redlichia chinensis* Walcott.

guère d'affirmer. On ne peut accepter l'hypothèse d'une transgression directe de l'Ordovicien sur les couches à *Redlichia chinensis* et *R. carinata* puisqu'à une faible distance, à 20 kil. au S., l'horizon supérieur à *Ptychoparia yunnanensis* offre un puissant développement. L'Ordovicien schisto-marneux est du reste extrêmement brisé. (fig. 15 atlas).

Le Cambrien dans les bassins du Niéou-lang-'ho, du Liou-chou-'ho et du Pou-tou-'ho

Le Cambrien offre un développement aussi considérable au S. du Fleuve Bleu que là où nous venons de le considérer et les séries sauf les variations locales restent à peu de chose près identiques dans les grandes lignes. Je décrirai quelques coupes typiques permettant la comparaison.

Coupe E. O. entre Yi-long et Sin-kai-tseu. — Le Cambrien avec l'Ordovicien forme presque complètement le chaînon du Yao-ling-chann à l'E. de Sin-kai-tseu. J'ai relevé entre ce village et Yi-long la série suivante, la partie inférieure du Cambrien n'étant pas visible, masquée par les alluvions du Niéou-lang-'ho dans la plaine d'effondrement de Sin-kai-tseu, ou effondrée le long de la grande fracture qui lui a donné naissance. En remontant le versant oriental de la montagne on observe les couches 1 à 9 :

Ordovicien.	9		
Cambrien	8	Schistes jaunes fins, parfois rosés.	30 m
	7	Marnes et grès rognonneux gris.	10 m
	6	Grès verts ou gris plus ou moins schisteux.	70 m
	5	Grès sableux sans fossiles.	40 m
	4	Marnes roses fissiles.	100 m
	3	Grès verts schisteux.	20 m
	2	Schistes marneux jaunes ou rosés avec intercalations de grès sableux. .	80 m
	1	Grès verdâtres arkosiques	?

Toute la série appartient à l'étage argilo-arénacé, sauf peut-être 1. Le niveau 2 contient :

Lingulella sp. — *Aluta* sp.
Nothozoe sp. — *Redlichia chinensis* Walcott.

3 contient :

Acrothele orbicularis Mansuy.

4 offre une faune déjà rencontrée souvent ailleurs :

Obolus chinensis Mansuy.
Obolus cf. *detritus* Mansuy.
Redlichia sp.

L'horizon 5 est caractérisé par :

Obolus chinensis Walcott.
Obolus Damesi Walcott.
Ptychoparia yunnanensis Mansuy.
Hyolites sp.

Localement les plissements sont très accusés (fig. 35 atlas).

Coupe un peu au N. d'Yi-long. — Un peu au N. d'Yi-long une coupe E. O. menée du village de Pan-chiao (ou Siao-tang-tche) à l'extrémité S. de la vallée d'effondrement de Siun-tien-tchéou au Yo-liang-chann offre un anticlinal montrant une série cambrienne bien nette sur le flanc oriental de laquelle est poussé en discordance tectonique un synclinal dinantien (fig. 17 atlas). Le Cambrien inférieur appartient à l'étage argilo-arénacé. La série offre :

11 Grès verdâtre ou gris micacé à intercalations schisteuses.
10 Banc de grès vert compact.
9 Grès verdâtre micacé à taches vertes.
8 Schistes marneux roses et jaunes pulvérulents avec lits gréseux sableux alternants.
7 Schistes marneux rosés.
6 Ardoises noires compactes.
5 Grès rognonneux gris.
4 Schistes roses et jaunes marneux.
3 Grès jaunes sableux.
2 Schistes gréseux jaunes.
1 Calcaire gris bréchoïde très cristallin.

Dans 2 on recueille de grandes glabelles de *Redlichia chinensis* Walcott, ainsi que dans 3.

4 est caractérisé par :

Lingulella sp.
Nothozoe sp.
Redlichia chinensis Walcott.

Dans 5 et 6 les restes organiques paraissent complètement absents.

7 et 8 contiennent :

Obolus chinensis Walcott.
Acrothele orbicularis Mansuy.
Redlichia nobilis Walcott.
Redlichia Walcotti Mansuy.
Redlichia carinata Mansuy.

Dans 9 :

Acrothele Matthewi eryx Walcott.
Obolus Damesi Walcott.
Hyolites sp.

Bande cambrienne a l'O. de Siun-tien-tchéou. — Le Cambrien affleure largement entre Siun-tien-tchéou et le Tché-hou-kiang au N. de Yang-kai. Il offre les mêmes caractères que dans les coupes précédentes et il serait fastidieux d'énumérer les mêmes séries d'horizons à peu près lithologiquement semblables et contenant les mêmes faunes. La série argilo-arénacée forme de grandes collines arrondies dans la dépression de Houéi-so, Siao-tou-kao ; les schistes roses et jaunes marneux à *Redlichia* y occupent de vastes surfaces qui, au moment de la saison des pluies, sont impraticables, ne formant plus qu'une vaste fondrière et au contraire pendant l'hiver sec et très froid constituent des régions extrêmement poussiéreuses.

Cambrien de la vallée du Tchang-hi-'ho. — Au N. du Tsin-chouéi-tang ou Tche-hou-kiang, le Cambrien forme plusieurs bandes traversant avec une direction N. N. E. ou N. E. le cours N. S. du Tchang-hi-'ho. Généralement très redressées les couches offrent une épaisseur considérable ; la vallée très profonde permet de relever d'excellentes coupes, jamais complètes par suite de l'abondance des plis failles et des laminages accompagnant les charriages.

Près de 'Hai-houé, au col qui limite au S. la vallée du Tchang-hi-'ho, le Cambrien forme une énorme masse de grès compacts appartenant à l'étage inférieur et que surmontent directement des grès verdâtres identiques à ceux de Mong-ti-tsen, à *Acrothele orbicularis* Mansuy et *Redlichia chinensis* Walcott.

Au-delà, près de *Tien-cha* le Cambrien reparaît comme l'indique la carte géologique dans une bande N. N. E. ; la vallée du Tchang-hi-'ho traverse ainsi une épaisseur énorme de grès compacts et de calcaires appartenant à l'étage inférieur du Géorgien surmontée par la série argilo-arénacée ; mais beaucoup de termes manquent :

ÉTAGE ARGILO-ARÉNACÉ. . .	Couches *à Ptychoparia.*	Grès gris ou verts schisteux à *Ptychoparia yunnanensis* MANSUY au N. de Tien-cha.	120m.
	Couches à *Redlichia.*	Série de schistes marneux jaunes et roses et de grès jaunes en épais complexe écrasé.	400m.
ÉTAGE INFÉRIEUR DES GRÈS.		Calcaire bréchoïde cristallin sans fossiles.	30m.
		Grès gris arkosiques à grain de grosseur variable, très durs .	500m.

Au N. de Tien-cha, le Cambrien forme une bande parallèle à la précédente entre Ta-houang-tien et Sou-tia-kai, pincée entre deux plis failles et elle-même très disloquée. On y retrouve la série précédente avec une épaisseur énorme des grès inférieurs dont le complexe entremêlé de bancs calcaires puissants offre dans sa totalité au moins 800m. d'épaisseur. Les gisements fossilifères sont nombreux dans les ravins aux gigantesques parois qui entaillent la vallée à l'E. de Kin-gnia-tsouen. Les couches relevées très fortement s'écroulent constamment, laissant sans cesse à nu des parties profondes non altérées. Nous y avons observé les mêmes faunes que dans les autres gisements précédemment décrits.

Les formes du terrain varient d'une façon essentielle dans l'étage argilo-arénacé et l'étage des grès. Dans le premier l'érosion découpe entre les ravins affluents d'étroites crêtes d'une hauteur énorme, en voie constante d'éboulement, tandis que dans la puissante masse des grès compacts et des calcaires qui y sont subordonnés ce sont des gorges à parois verticales qui prennent naissance.

Au delà de Tchang-hi le Cambrien n'apparaît plus que très au N. où il fait partie de la nappe charriée du Kin-cha-kiang et où il change de facies.

BASSIN DU POU-TOU-'HO : La plupart des bandes de Cambrien qui recoupent obliquement les vallées N. S. du Tchang-hi-'ho et du Liou-chou-'ho traversent également celle du Pou-tou-'ho, et dans les mêmes conditions, généralement limitées par des plis-failles.

Cambrien de Tou-mou-nyi : Près de Tou-mou-nyi, le Cambrien se montre extrêmement puissant, mais aussi profondément disloqué. On ne peut guère discerner de niveaux secondaires et on ne peut guère qu'y considérer en bloc l'énorme masse des grès arkosiques avec leurs épisodes de calcaire cristallin, entaillés de canyons énormes, affluents du Pou-tou-'ho, surmontée par celle des marnes schisteuses et des grès sableux à *Redlichia* et *Ptychoparia*.

Cambrien entre Lao-chou-to et Tien-houé : Entre Lao-chou-to et La-hou-la affleure dans les conditions indiquées par la fig. 113 (atlas) une grosse lame de Cambrien formée par les marnes et schistes rosés à *Redlichia chinensis* WALCOTT, qui se trouve serrée entre le Dinantien et les calcaires ouralopermiens qui la chevauchent en l'écrasant. Au sud de Lao-chou-to, entre La-hou-la et la profonde vallée du Patzeu-'ho, on peut observer une coupe très complète aux environs de La-ni-tang (fig. 18 atlas). Elle offre :

9	Série de grès verts et rosés avec intercalations de marnes sèches verdâtres .	110 m.
8	Marnes vertes écailleuses et rognonneuses avec bancs gréseux verdâtres minces intercalés.	200 m.
7	Grès sableux à cassure parallélipipédique.	50 m.
6	Marnes roses fissiles avec bancs gréseux sableux intercalés.	160 m.
5	Marnes vertes et schistes gréseux verts à grain fin.	30 m.
4	Marnes calcareuses grisâtres et schistes noirs	70 m.
3	Calcaire gris cristallin.	35 m.
2	Schistes marneux roses et jaunes fissiles.	45 m.
1	Bancs épais de grès compact gris.	200 m (?)

Beaucoup de ces horizons ont fourni des niveaux fossilifères; 2 renferme uniquement des pistes et des tubulures telles que *Planolites* sp.

5 renferme :

Lingulella sp.
Acrothele orbicularis Mansuy.
Discina sp.

6 est l'horizon connu à :

Obolella sp.
Lingulella sp.
Redlichia chinensis Walcott
Redlichia sp.
Redlichia carinata Mansuy.
Redlichia Walcotti Mansuy.
Nothozoe sp

7 contient :

Obolus detritus Mansuy.
Obolus chinensis Walcott
Redlichia sp.
Redlichia nobilis Walcott.

Dans 8 j'ai recueilli :

Obolus Damesi Walcott.
Acrothele Matthewi ervx Walcott.
Obolus sp.
Lingulella sp.
Discina sp. (?)
Palaeolenus Deprati Mansuy.
Ptychoparia sp.
Bradoria sp.

Dans 9 on ne recueille que des fragments de Trilobites en mauvais état et rares, segments thoraciques et joues mobiles.

Cambrien de la nappe du Kiao-ting-chann.

Je montrerai, dans la partie de ce mémoire traitant de la Tectonique du Yun-nan, que la région traversée par le haut Fleuve Bleu ou Kin-cha-kiang à l'O. de Tong-tchouan-fou appartient à une zone charriée profondément dynamométamorphique, à laquelle pour fixer les idées je donne le nom de nappe du Kiao-ting-chann dans la région que j'ai explorée. L'extension de ces charriages se poursuit certainement très en dehors de la partie du Yun-nan que j'ai étudiée; c'est un phénomène d'une ampleur considérable, correspondant à un mouvement d'ensemble de l'élément tibétain.

Dans cette nappe, d'une épaisseur énorme par suite de la façon dont elle est repliée sur elle-même à l'extrême, toute une série de terrains paléozoïques est représentée, mais les dislocations sont telles que le plus souvent il est à peu près impossible de chercher à délimiter sur la carte ce qui appartient au Cambrien, à l'Ordovicien ou au Dinantien ; j'ajouterai que même dans une échelle toute autre que du 1 200.000, du 1 50.000 par exemple, il serait illusoire de chercher à se livrer à un travail semblable ; les difficultés du terrain dans cette région très mouvementée, les replois infinis des couches, les plis failles, et de plus les faciès très semblables que revêtent les diverses formations en dehors des calcaires, tout concourt à multiplier les difficultés. D'une façon générale, le Cambrien, l'Ordovicien et le Dinantien gréso-schisteux dans la plus grande partie de leur épaisseur sont transformés en schistes luisants, en phyllades avec alternances de bancs quartziteux, la fig. 19 (atlas) montre l'allure des phyllades du complexe cambrien-ordovicien-dinantien dans la région du confluent du Pou-tou-'ho et du Kin-cha-kiang. Localement des bancs de calcaires plus ou moins cristallins sont intercalés dans la série des phyllades et correspondent aux horizons calcaires.

Les phénomènes dynamiques ont quelquefois respecté suffisamment, mais toujours très localement, les formations du complexe, de sorte qu'on peut parfois, en un point déterminé, recueillir des fossiles caractéristiques ; ainsi au col de Ta-fong-keuou, à 3200m. d'altitude, j'ai recueilli dans des schistes jaunes des débris de *Redlichia* très reconnaissables, ainsi que dans la montée de Lo-suy au col et dans les environs du village de Tchao-'hai-tzeu.

CLASSIFICATION DES HORIZONS

De la description qui précède ressortent des faits bien nets, mis en lumière par les coupes fig. 14 15 et 18 (de l'atlas) très probantes et que l'on peut résumer ainsi :

Etage argilo-arénacé.	Couches à *Ptychoparia.*	Base de l'Acadien.
	Couches à *Redlichia.*	Géorgien.
Etage des grès compacts à *Redlichia* avec calcaires intercalés.		

Nos appréciations sur l'âge de ces horizons se trouvent corroborées par la comparaison avec les dépôts similaires décrits par E Blackwelder dans la Chine du Nord où dans les argiles de Man-t'o (Chan-tong) il a recueilli *Redlichia chinensis* Walcott ; suivant l'opinion de Walcott il a placé à la base du Cambrien les couches contenant ce Trilobite étroitement allié au genre *Olenellus*.

D'autre part les couches à *Ptychoparia* du Yun-nan offrent des espèces communes avec celles qui ont été trouvées par la Mission Carnegie dans le Chan-tong, comme *Obolus Damesi* que Blackwelder place dans le Cambrien moyen (1).

Ainsi par comparaison avec les résultats obtenus dans la Chine septentrionale par les auteurs américains il nous parait fondé de faire des couches où prédomine *Redlichia* la partie supérieure du Géorgien et des couches à *Ptychoparia* la base de l'Acadien.

De l'ensemble de mes observations, il résulte que le facies stratigraphique et les faunes des différents horizons cambriens restent assez constants à travers tout le Yun-nan. Il y a évidemment des variations locales dans le facies des dépôts, chose naturelle dans la sédimentation de dépôts de nature détritique dans des mers peu profondes et où les calcaires jouent un rôle limité, mais les grandes divisions offrent des caractères peu variables.

Je crois utile de résumer dans le tableau suivant la série des horizons cambriens du Yun-nan avec leurs épaisseurs maxima et de comparer ainsi entre elles les séries stratigraphiques observées dans la partie méridionale du Yun-nan oriental, la partie moyenne et la région septentrionale. Il montre que les épaisseurs totales ne varient pas beaucoup plus que les facies.

COMPARAISON DU CAMBRIEN YUNNANAIS ET DES COUCHES DE MÊME AGE EN ASIE

On connaît actuellement le Cambrien sur beaucoup de points du continent asiatique. Une liste bibliographique complète a été dressée par Lorenz des gisements connus jusqu'en 1906 (2).

---

(1) Eliot Blackwelder : *Stratigraphie of Chan-tung, in Research of China*, premier volume, p. 19, Washington 1907, Carnegie Institution.

(2) Lorenz : Zeitschr. d. deuts. géol. Gesells. LVII, 1905. pp. 438-497 ; et ibid LVIII, 1906, pp. 53-109, pls. IV-VI.

		ENTRE PO-SHI ET LIN-NGAN	RÉGION D'YI-LÉANG	ENTRE LE KIN-CHA-KIANG ET LE PARALLÈLE DE SIUN-TIEN-TCHÉOU
GÉORGIEN	ACADIEN	Masse de grès verts bien lités avec intercalations de marnes sèches vertes écailleuses de l'horizon à *Ptychoparia yunnanensis* MANSUY 200m	Schistes jaunes ou rosés fins..... 10m Banc des grès verts compacts.... 10m Grès vert micacé à taches vertes d'Yi-long à *Obolus Damesi* WALC., *Ptychoparia yunnanensis* MANSUY 180m	Série de grès verts et rosés avec intercalations de marnes sèches verdâtres ..... 110m Argiles écailleuses vertes bien litées avec minces bancs gréseux verdâtres intercalés, à *Ptychoparia yunnanensis* MANSUY, *Palaeolenus Deprati* MANSUY, *Obolus Damesi* WALC 200m
	ÉTAGE ARGILO-ARÉNACÉ	Horizons des sch. jaunes terreux à *R. nobilis* WALC ..... 20m et des marnes roses tendres micacées de He-mo à *Red carinata* MANSUY et *Red. Walcotti* MANSUY. 50m	Horizon des marnes roses et jaunes fissiles à *R. nobilis* WALC., *R. carinata* MANSUY, *R. Walcotti* MANSUY 60m	Grès sableux de l'horizon à *Redlichia nobilis* WALC..... 50m
		Marnes roses et jaunes fissiles à *R. chinensis* WALC..... 50m Dalles vertes de Houéï-chouei-tang à *Lingula yunnanensis* MANSUY..... 5m Schistes marneux jaunes pulvérulents ..... 20m Marnes bariolées noduleuses vertes et brunes de Fein-chouéi-lin ... 50m Quartzites verts durs de Lao-li-tsin. 20m Grès et quartzites verdâtres avec schistes jaunes à Planolites..... 100m	Psammites rouges marneux avec grès massif sableux intercalé de Tang-tche à *R. chinensis* WALC. et *Palaeolenus Douvillei* MANSUY, *P. Lantenoisi* MANSUY..... 150m	Marnes roses micacées fissiles à multiples bancs gréseux sableux intercalés à *Redlichia chinensis* WALC 160m
		Calcaires marneux lie-de-vin de He-mo ..... 110m Calcschistes noirâtres, blancs par altération 50m	Calcschistes noirs de Tang-tche .. 90m Grès gris schisteux..... 30m	Marnes calcareuses grises et schistes noirs..... 70m
		Schistes marneux verts et rosés à *Acrothele orbicularis* MANSUY.. 60m	Schistes marneux à *Acrothele orbicularis* MANSUY..... 40m	Marnes vertes et schistes gréseux verts à *Acrothele orbicularis* MANSUY 30m
	ÉTAGE DES GRÈS COMPACTS	Calcaires gris cristallins..... 20m	Calcaire gris bréchoïde de Kouan-in-tseu (Tang-tche)..... 20m	Calcaire gris cristallin..... 35m
		Grès grossiers..... 20m Schistes jaunes fins gréseux ..... 10m Arkoses..... 30m Calcaire gris bréchoïde 25m	Masse de grès fins quartziteux.... 130m Schistes micacés et bancs d'ardoises fines à ripple-marks à *Planolites*..... 25m Calcaire gris bréchoïde..... 20m	Schistes jaunes et roses marneux très fissiles à *Planolites*..... 65m
		Grès compacts clairs très durs.... 100m Schistes noirs gréseux..... 20m Grès compacts durs et quartzites gris ou clairs 200m	Grès arkosiques et quartzites à *Redlichia chinensis* WALC..... 200m	Grès compacts durs, jaunes et gris de Tien-cha..... 500m
		Arkoses grises, dures, à grain fin de Leng-chouéi-keuou 100m	Pas visible.	

Chine. — Le Cambrien offre son plus riche développement faunique dans les provinces chinoises du Liao-tong et du Chan-tong où E. Blackwelder a recueilli une fort intéressante faune qui a été soumise à l'examen de Walcott. Dans le Chan-tong le géologue américain a reconnu à la base la formation qu'il a dénommée « Man-t'o shale », du nom de la butte de Man-t'o dans le district de Ch'ang-hia, et caractérisée par *Redlichia chinensis* Walc. Il est intéressant de remarquer que Blackwelder signale ces dépôts comme formés d'argiles de texture très fine avec des calcaires argileux, et que les argiles offrent des teintes vertes, jaunes ou marron ; il y a ainsi un grand rapport lithologique entre ces formations et les mêmes observées au Yun-nan. Dans le district de Sin-t'ai la partie supérieure des couches de Man-t'o est surmontée par un calcaire gris sombre cristallin à *Redlichia nobilis* Walcott, horizon que nous avons retrouvé au Yun-nan, mais dans des marnes schisteuses et non dans du calcaire.

Les couches à *Obolus chinensis*, celles à *Obolus Damesi* avec *Ptychoparia* du Yun-nan, ont leurs équivalentes dans la Chine septentrionale à Ch'au-mi-tien, seulement la faune recueillie par Blackwelder se trouve dans un calcaire ou un schiste à nodules calcareux permettant une bonne conservation des échantillons, tandis qu'au Yun-nan la formation est composée d'argiles sèches et gréseuses fragiles, ce qui explique la difficulté qu'on éprouve à rassembler une faune abondante.

Inde. — Nous y connaissons depuis longtemps le Cambrien dans la Salt Range où Waagen a décrit une faune de cet âge (1). Dans la partie orientale de la chaîne Redlich (2) l'a indiqué en y considérant du Géorgien, attribution que Walcott n'a pas admise (3) en faisant remarquer que par suite de l'absence de fossiles indiquant nettement la faune à *Olenellus* le Cambrien moyen paraît seul représenté.

Très récemment Cowper Reed (4) a décrit dans l'Inde une belle faune cambrienne à Spiti, les fossiles avaient été recueillis par Hayden qui donna antérieurement un mémoire sur la Géologie de cette région (5). Dans la faune décrite par Cowper Reed, *Redlichia Noetlingi* Redlich appartient d'après cet auteur soit à la base de l'Acadien soit à la partie supérieure du Géorgien, cette dernière appréciation est seule admise par Walcott. La série dite du Parahio montre dans son horizon 1 des fossiles trop peu connus pour indiquer la situation exacte. Par contre l'horizon 2 à *Zacanthoïdes indicus* Reed et *Orycto-cephalus* cf. *Reynoldsi* Reed, *Pt. Stracheyi* Reed, indiquent le Cambrien moyen. L'horizon 6 montre une belle faune de Ptychoparia : *Pt. urceolata* Reed, *Pt. admissa* Reed, *Pt. defossa* Reed, *Pt. (Conocephalites) hesterna* Reed : c'est encore sans aucun doute le Cambrien moyen. Dans l'horizon 13 la série de Spiti voit apparaître le genre *Olenus* et C. Reed en fait, avec raison semble-t-il, le Cambrien supérieur par comparaison avec les régions septentrionales européennes.

En **Sibérie** le Cambrien paraît largement représenté, mais l'horizon à *Agnostus* de l'Olenek signalée par Schmidt et reconnue par lui jusqu'à la Léna et l'île Vaïgatch où l'on recueille la faune à *Olenellus* et les schistes à *Anomocare excavatum* de Von Toll n'offrent pas les formes de Trilobites chinoises si particulières comme *Redlichia* ; seule la présence de part et d'autre des genres *Dorypyge* et *Microdiscus* maintient quelques rapports éloignés avec la Chine septentrionale.

La conclusion qui se dégage de ces rapprochements, c'est que le développement du Géorgien très considérable dans la Chine septentrionale reste très important au Yun-nan et le lien est très grand entre ces régions aussi bien au point de vue de la faune que des facies. Au contraire les rapports semblent beaucoup moins grands avec l'Inde où le Géorgien paraît beaucoup moins représenté qu'au Yun-nan ; tandis que l'Acadien de Spiti offre une très riche faune, celui du Yun-nan est moins développé. De plus, la comparaison des faunes indienne et yunnanaise ne nous montre pas une seule espèce commune, bien que la présence du genre *Ptychoparia* dans les deux régions dans l'Acadien établisse encore un lien important.

---

(1) Waagen : *Salt Range fossils.* Pal. Indica, Sér. XIII., Vol. I, 1885 pp. 748-770 ; et ibid, Ser XIII. Vol. IX, 1891, pp. 89-108.

(2) Redlich : *Fauna of Eastern Salt Range*, Palaeont. Indica N. S. Vol. I, Pl I, 1901.

(3) Walcott : *American Journal Sc.* Sér 4 Vol. XX, 1905 p. 405. id. — Proc. Washington Acad. Sc. Vol VII, 1905 pp. 251-256.

(4) Cowper Reed : *The Cambrian fossils of Spiti*, Palaeont. Indica, Sér XV., Vol VII, 1910.

(5) Hayden : *The Geology of Spiti, With parts of Bashahr and Rupshu ;* Mem. of the Geological Survey of India, Vol. XXXVI part, 1., 1904 pp. 8-19.

Il est intéressant de relever la présence du genre *Redlichia* à la fois dans l'Inde, au Yun-nan et dans la Chine septentrionale. Il semble bien ainsi caractériser dans le Cambrien inférieur une vaste province zoologique. Quant au genre nouveau *Palæolenus* décrit par M. Mansuy dans la partie paléontologique, il paraît jusqu'à présent spécial au Yun-nan.

ORDOVICIEN

J'ai découvert au N. du parallèle de Yun-nan-fou une série de couches surmontant le Cambrien et dans lesquelles un horizon se montre incontestablement ordovicien ; c'est celui qui est caractérisé par le trilobite *Dionide formosa* Barrande appartenant à l'horizon d 3 de l'étage D de Bohème. Le passage se faisant par transitions ménagées avec les couches immédiatement sous-jacentes, je crois nécessaire, bien que celles-ci renferment une f une particulière et très locale ne permettant guère de déterminer l'âge auquel on doit les rapporter, de les grouper dans l'Ordovicien avec l'horizon à *Dionide formosa* Barr.

L'Ordovicien n'apparaît dans le Yun-nan oriental que dans des bandes fortement disloquées, de sorte qu'il est impossible d'obtenir une coupe complète d'une façon générale ; des étirements font disparaître une partie considérable de la série.

Une première bande d'Ordovicien commence au col de Si-yang-tang au N. d'Eul-long-si-chou et court vers le N. N. E. dans la direction de Yi-kou-sseu. Une section transversale (fig. 14 atlas) montre au-dessus de la série cambrienne déjà décrite en ce point :

6	Calaire gris bréchoïde.	10 m.
5	Grès jaunâtre très fin et marneux décomposé	15 m.
4	Calcschiste et schiste noir micacé.	3 m.
3	Grès jaune fin marneux décomposé.	10 m.
2	Marnes verdâtres fissiles.	30 m.
1	Schistes marneux écailleux très fissiles bariolés.	70 m.

L'horizon 1 est formé de schistes marneux très tendres, se délitant facilement, de teinte jaunâtre ou rose rappelant absolument celle de l'étage à *Redlichia chinensis*, et alternant avec des argiles écailleuses d'un vert franc, ou bien marron ou rouges. Les fossiles se trouvent indifféremment dans chaque formation. Nous y avons recueilli :

Lingula cf. *striata* Sowerby.
Lingula Deprati Mansuy.
Discina (Orbiculoïdea) sinensis Mansuy.
Strophomena sp. indt.
Spirifer Bourgeoisi Mansuy.
Leda circumflexa Mansuy.
Pteronites indt.
Goniophora contraria Mansuy.
Sinocaris asiatica Mansuy.
Sinocaris Barbagei Mansuy.
Ceratiocaris Pierloti Mansuy.

La richesse de ce gisement en Malacostracés est remarquable. Les fossiles sont très bien conservés à l'état de moules internes, mais leur conservation est très difficile étant donné la fragilité des marnes. On trouvera la description de cette faune dans le fascicule consacré à la Paléontologie par M. Mansuy.

Cet horizon contient des lits de petits cailloux roulés extrêmement abondants alternant avec les couches d'argiles écailleuses ; les cailloux roulés sont noyés dans une marne très fine, bariolée ; et l'allure de ces dépôts indique des rivages instables, des plages basses et des eaux peu profondes.

Les horizons 2 et 3 ne m'ont fourni aucun reste organique. L'horizon 4 est de beaucoup le plus intéressant parce qu'il nous offre un trilobite de l'Europe centrale :

Dionide formosa Barrande

contenu dans un calschiste noir micacé, alternant avec des schistes noirs compacts finement micacés.

5 est trop décomposé pour qu'on puisse y trouver des fossiles déterminables. Je n'y ai recueilli que de mauvais débris méconnaissables. 6 est un calcaire gris bréchoïde rappelant les calcaires cambriens, cristallin et dolomitique, et comme les calcaires cambriens entièrement dépourvu de fossiles.

J'ai retrouvé l'horizon 1 au N. O. de Siun-tien-tchéou entre cette préfecture et le lac de Tché-hou-kiang. A la montée, après le village de Siao-tou-kao on observe la coupe suivante (fig. 20 atlas) :

Ordovicien. . . .	5	Grosse masse de grès grossiers à *Bothriolepis* sp.	100 m.
	4	Banc de grès noir schisteux à *Bothriolepis* sp.	2 m.
	3	Grès grossier arkosique.	10 m.
	2	Marnes jaunes pulvérulentes avec bancs gréseux sableux intercalés. . .	80 m.
	1	Marnes schisteuses tendres bariolées à *Malacostracés*.	60 m.

Comme dans la coupe de Sin-yang-tang les couches 1 qui contiennent également ici les mêmes Malacostracés, *Ceratiocaris Pierloti* Mansuy et *Sinocaris Barbagei* Mansuy, sont surmontées par les marnes jaunes sans fossiles. Mais ici je n'ai pas retrouvé l'horizon à *Dionide formosa* ; il est du reste très possible qu'il m'ait échappé étant donné sa faible épaisseur ; d'une façon générale ces formations schisteuses sont très altérées et recouvertes d'une épaisseur considérable de terres rougeâtres dans lesquelles l'érosion creuse actuellement d'énormes barrancos.

La partie supérieure change d'aspect lithologique : des grès arkosiques l'envahissent qui, peu à peu, prennent une extension énorme et forment de puissantes masses dans lesquelles j'ai trouvé à divers niveaux des bancs entièrement remplis de plaques de *Bothriolepis* sp. Ceci est à retenir ; on sait que M. Walcott [1] a signalé dans l'Ordovicien du Colorado la présence de restes de poissons ganoïdes, attribution qui ne fut pas universellement admise ; le fait que des animaux semblables existent dans la partie supérieure de l'Ordovicien yunnanais rentre dans la catégorie des faits qui montrent de grandes affinités entre les dépôts siluriens de la partie occidentale de l'Amérique du Nord et ceux du Yun-nan, affinités qui apparaissent du reste plus tard également dans le Trias supérieur par exemple.

Au-dessus des grès à *Bothriolepis* sp. la série gréseuse continue par des bancs compacts, arkosiques qui atteignent dans la vallée du Tchang-hi-'ho et dans celle du Pou-tou-'ho une épaisseur considérable et que l'absence de fossiles ne permet pas de ranger avec certitude dans l'Ordovicien, il est très possible que le Silurien supérieur y soit représenté ; c'est l'hypothèse la plus probable, mais qui ne repose sur aucune preuve absolue.

J'ai retrouvé cette série dans le bassin du Pou-tou-'ho, avec à la base l'horizon 1 à *Malacostracés* offrant le même facies de marnes bariolées écailleuses très tendres ; les grès supérieurs y prennent une puissance énorme ; en y comprenant ceux qui peuvent offrir un passage au Gothlandien, leur ensemble peut atteindre 500 à 600 m. ; le canyon de Tou-mou-nyi y est en partie creusé. [2]

A six cents mètres au N. du village de 'Hai-houé, j'ai retrouvé un gisement à *Bothriolepis* sp. N'ayant pu séparer le Cambrien et l'Ordovicien dans la région de Tou-mou-nyi, j'ai noté les terrains sur la carte avec l'indication comprehensive du Cambrien et de l'Ordovicien $S_{1\text{-}1a}$ S_2, en conservant la teinte du Cambrien.

Ordovicien de la nappe du Kiao-ting-chann

J'ai précédemment indiqué que le Cambrien généralement très dynamométamorphique fait partie du complexe des phyllades et quartzites de la nappe du Kiao-ting-chann. L'Ordovicien y est également représenté et se montre inséparable du Cambrien sur la carte. J'ai dû le désigner avec le Cambrien et le

---

[1] Walcott : Bull. Geol. Soc. Amer., III, p. 153 ; 1892.

[2] N'ayant pu délimiter avec une précision suffisante le Cambrien et l'Ordovicien dans la région de Tou-mou-nyi, j'ai noté les terrains sur la carte avec la teinte du Cambrien, mais avec l'indication compréhensive du Cambrien et de l'Ordovicien $S_{1\text{-}1a}$ S_2.

Dinantien par une notation compréhensive, car dans la plupart des cas toute délimitation serait illusoire. De même que le Cambrien, il revêt le facies de schistes lustrés, phyllades et quartzites avec calcaires bréchoïdes.

RELATIONS DE L'ORDOVICIEN YUNNANAIS AVEC CELUI D'AUTRES RÉGIONS

Nous devons dire de suite que l'Ordovicien du Yunnan oriental ne présente pas de ressemblances avec celui des régions immédiatement voisines et que ses rapports faunistiques paraissent devoir être cherchés assez loin.

L'Ordovicien existe au Tonkin, région limitrophe du Yun-nan, sous forme de schistes à *Calymene Douvillei* Mansuy et *Orthis Budleighensis* Dav., avec des schistes à *Orthis vespertilio*, c'est-à-dire de facies différent de l'Ordovicien yunnanais.

Dans l'Himalaya l'Ordovicien est représenté par les calcaires à *Porambonites* de Spiti et de Niti(1) surmontés par une série de quartzites, de schistes et de calcaires à *Cheirurus*, *Illaenus*, *Asaphus*, *Calymene* (2). Dans le sud-est du Yun-nan V. Loczy a signalé dans la région de la Salwen un calcaire à *Hemicosmites* et *Crinoïdes*, avec traces de *Trilobites* (3), près de Pou-pjao ; bien que cette région soit très voisine de la nôtre, ces formations ne présentent aucune similitude avec celles que nous avons observées.

En Birmanie un calcaire semblable à *Echinosphaerites* avec des *Orthocères* a été trouvé dans les Etats Shans (4).

On sait que des couches calcaires renfermant des Trilobites, *Asaphus* sp., *Calymene* sp., *Trinucleus Richthofeni* Kayser, ont été signalées dans les environs de Tchao-tien au Sseu-tchoan et la faune en a été décrite par Kayser (5). C'est avec ces dépôts que notre Ordovicien présente le plus d'affinités en Asie, et l'horizon à *Dionide formosa* Barrande du Yun-nan semble en conséquence pouvoir être considéré comme le prolongement des couches à Trinucles de Tchao-tien ; en Bohème *Dionide formosa* fait partie de la bande d_3 de l'horizon à Trinucles.

La présence de *Dionide formosa* Barrande dans l'Ordovicien de Sin-yang-tang au Yun-nan est du plus haut intérêt, car elle indique une communication certaine de la mer ordovicienne de la Chine méridionale avec celle de l'Europe centrale. Elle peut nous faire conclure à l'âge Ordovicien moyen des couches qui la renferment. Or si, suivant l'appréciation de Cowper Reed (6), l'Ordovicien de l'Himalaya central offre un caractère américain tandis que l'Ordovicien inférieur birman et de la Chine méridionale offre des affinités marquées avec le nord de l'Europe, on peut affirmer pour l'Ordovicien moyen de la Chine méridionale les mêmes affinités européennes.

Dans le Chan-tong E. Blackwelder (7) a pu reconnaître que l'épaisse formation calcaire désignée par Von Richthofen (8) sous le nom de « Kohlenkalkstein » et considérée par lui comme l'équivalent du calcaire carbonifère de la vallée du Yang-tseu est d'âge Ordovicien. Ce sont des calcaires dolomitiques où Blackwelder a indiqué quelques formes ordoviciennes mal conservées dans sa « Tsi-nan formation ».

Dans le Kiang-sou nous connaissons la présence de couches à *Asaphus expansus* décrites par Frech (9).

---

(1) *Strachey in Hudleston*, Geol. Magazine, p. 49, 1902.

(2) Hayden, Mem. Geol. S. of India, XXXVI, 1904.

(3) V. Loczy, *Resultate der Reise des Grafen Béla Szechenyi in Ostasien*, 1898 Budapest, III Bd, p. 21.

(4) Middlemiss Gén. Rep. Geol. Surv. of India, 1900; Noetling Record Geol. Surv. of. India, 1900.

(5) Kayser in Richthofen, *China*, IV Bd, p. 37.

(6) Cowper Reed, *Cambrian Fossils of Spiti*, Mem. of. the geol. Surv. of India., sér. XV, vol. VII, 1910.

(7) E. Blackwelder, *Stratigraphie of Shan-tung, in Research of China*. 1er vol, p. 43-46, Washington 1907, Carnegie Institution.

(8) Von Richthofen *China*, vol. II, pp. 226 et 319.

(9) Frech, Neues Jahrb. f. Miner, 1895, p. 47.

GOTHLANDIEN

Je l'ai observé au N. du parallèle de Yun-nan-fou. Ce terrain n'a pas été indiqué sur la carte par une teinte spéciale à cause de l'incertitude où je me suis trouvé sur sa délimitation et je ne l'ai pas distingué de l'Ordovicien.

J'attribue au Gothlandien une série de schistes brun-rouge et de grès gris schisteux qui affleurent largement entre le village de Hoang-li-ts'uen au S. de Lou-lan (région située directement au N. de Yun-nan-fou) et le petit pagodon situé à mi-chemin au bord de la route entre Hoang-li-ts'uen et Hai-men-kiao(1). On ne peut observer la partie inférieure de ce système car il bute par un contact anormal contre le Cambrien à *Ptychoparia* qui affleure entre Hoang-li-ts'uen et le pont à 400 m. au S. du village ; au contraire, au S. il passe à des grès compacts identiques à ceux que nous avons vu former la partie supérieure de l'Ordovicien et que nous avons supposés rattachables au Silurien supérieur.

L'ensemble de la série offre, le pendage général se faisant vers l'O. N. O. avec axe N. N. E :

5	Masse de grès schisteux bariolés avec intercalations de marnes écailleuses bariolées des pagodes de Hoang-li-ts'uen.	70 m.
4	Grès gris sans fossiles.	20 m.
3	Calcaire gris sans fossiles.	10 m.
2	Grès schisteux du pagodon de Ma-la-ly.	50 m.
1	Grès compact.	..
		partie supérieure seule visible.

Les grès compacts disparaissent au S. du petit pagodon presque immédiatement sous les calcaires carbonifériens transgressifs visibles avant Hai-men-kiao ; ils sont identiques aux grès qui surmontent ceux à *Bothriolepis* et d'après la direction des couches ce sont les mêmes qui, dans le bassin du Tchang-hi-'ho, surmontent l'Ordovicien.

Les grès schisteux de l'horizon 2 sont des grès gris jaunâtres, à grain fin ; au petit pagodon situé immédiatement au bord du chemin, entre Ma-la-ly et Hai-men-kiao, un peu avant la descente sur le bas fond où se trouve ce village, j'ai recueilli des fossiles très bien conservés :

Lingula loulanensis Mansuy. — *Palaeoneilo triangularis* Mansuy.
Modiomorpha Lavali Mansuy. — *Cythere* sp.

Cette faune de Lamellibranches est particulière ; des débris de végétaux s'observent, sous formes de très mauvais fragments, mais incontestables, de *Sphenophyllum* indt.

Les horizons 3 et 4 sont dépourvus de fossiles ; 5 est formé de grès mélangé d'argile, en lits minces, de quelques centimètres seulement, très fin, souvent altéré alternant avec des lits également très réduits d'argiles écailleuses ; le tout est coloré en marron, rouge brun ou verdâtre. J'y ai recueilli des exemplaires de fossiles malheureusement extrêmement fragiles dans les grès décomposés :

Orthis Bouchardii Davids.

Le sentier qui passe par les jolies pagodes dominant la vallée de Hoang-li-ts'uen descend en lacets sur cette formation jusqu'au pont avant le village où une faille la met en contact anormal avec le Cambrien.

L'ensemble de nos observations nous conduit à envisager ainsi dans ses grandes lignes la composition du Silurien supérieur du Yun-nan :

---

(1) Ou Hai-men-tçiao ; la prononciation dure kiao étant utilisée autant que la prononciation plus correcte tçiao

5 Série des grès schisteux bariolés à intercalations marneuses de Hoang-li-ts'uen, à *O. Bouchardii* Day.
4 Grès gris sans fossiles.
3 Calcaire gris sans fossiles.
2 Grès schisteux du pagodon de Ma-la-ly à *Lingula toutanensis* Mansuy, *Modiomorpha Lavali* Mansuy, etc.
1 Grès compacts passant insensiblement aux grès ordoviciens à *Bothriolepis* sp.

Schistes du Nan-ti à Spirifer tonkinensis. Au S. du parallèle de Yun-nan-fou le Silurien supérieur n'apparaît plus et il faut aller jusque dans le Nan-ti, sur la frontière tonkinoise, pour observer les couches à *Spirifer tonkinensis* Mansuy qui existent à Ko-kou. Cet horizon paraît d'après la faune qu'on y recueille au Tonkin se placer au passage du Gothlandien au Dévonien inférieur. A Ko-kou, il se montre formé de schistes marneux gréseux jaunâtres très écrasés, contenant *Spirifer tonkinensis* Mansuy et dans des conditions de dislocation telles qu'on ne peut songer à établir en ce point une échelle stratigraphique bien nette.

On peut volontiers pencher pour l'hypothèse que le facies des schistes à *Spirifer tonkinensis* n'existe pas dans le N. du Yun-nan et forme plutôt un horizon probablement plus jeune que la partie supérieure des schistes gréseux de Hoang-li-ts'uen à *Orthis Bouchardii*. La formation des schistes à *Spirifer tonkinensis* du Tonkin est encore assez mal connue et il est très possible qu'une partie représente l'horizon de Wenlock, tandis que la partie supérieure appartiendrait au passage du Dévonien inférieur au Silurien supérieur, en effet au Tonkin des formes franchement dévoniennes y ont été signalées. La question est en somme encore à élucider au Tonkin.

RELATIONS DU SILURIEN SUPÉRIEUR YUNNANAIS ET DES RÉGIONS ASIATIQUES VOISINES

En Birmanie, Noetling (1) a fait connaître au N. E. de Mandalay un Gothlandien à facies boréal, avec *Graptolithes* et calcaires à *Encrinurus*. Dans l'Himalaya le calcaire à *Pentamerus oblongus* de Spiti appartient à cet âge (2) ainsi que les calcaires de Chitral de l'Hindou Kouch où l'on a recueilli les polypiers de Wenlock (3).

En Chine, au Sseu-tchoan, dans une région relativement proche du Yun-nan, existe également l'horizon de Wenlock (4) ; de Kian-tchang-pa et de Tchao-tien Kayser (5) a décrit un horizon à *Orthis Bouchardii* Dav., *Atrypa reticularis* Linné, *Encrinurus* sp., etc, et un calcaire offrant une riche faune de polypiers avec des espèces de Wenlock et de Gothland, *Halysites catenularia* Linné, *Favosites fibrosus* Goldf, *Heliol. decipiens* M. Coy.

La présence des couches à *Orthis Bouchardii* Dav. au N. de Yun-nan-fou établit une liaison avec l'horizon similaire reconnu par Richthofen dans la partie nord du Sseu-tchoan, mais il est remarquable que les calcaires à polypiers correspondant à l'horizon de Wenlock, si développés dans les régions avoisinantes, Birmanie, Sseu-tchoan, manquent complètement et ceci est d'autant plus particulier qu'au Tonkin les calcschistes à polypiers de Yen-lac à *Heliolites decipiens* et *Favosites gothlandica* représentent ce même facies. (6).

Nous avons tenté dans le tableau suivant de synchroniser d'une façon très schématique les formations siluriennes du Yun-nan, des autres parties de la Chine, de l'Inde et d'Indochine.

---

(1) Noetling, Gen. Report G. S. India, 1900.
(2) Hayden, Mem. G. S. India, XXXVI, 1904.
(3) Hudleston, Geol, Mag. 1902, p. 49.
(4) Frech, Neues Jahrb., f. Min ? 1895, 11.
(5) Kayser, *in* Richthofen, *China*, IV Bd, pp. 37-74
(6) M. Mansuy a émis l'hypothèse qu'ils représentent un faciès corallien des schistes à *Sp. tonkinensis* : Contribution a la carte géologique de l'Indochine, Paléontologie ; Hanoi, 1908, p. 5.

Essai de synchronisation des assises siluriennes de l'Asie méridionale

ÉTAGES	YUN-NAN			SSEU-TCHOAN	BIRMANIE ÉTATS SHANS	HIMALAYA	SALT-RANGE	CHAN-TONG	LIAO-TONG ET CORÉE	KIANG-SOU	TONKIN
	ENTRE PO-SHI ET LIN-NGAN, ET VALLÉE DU NAN-TI	RÉGION D'YI-LÉANG	ENTRE LE KIN-CHA-KIANG ET YUN-NAN-FOU								
GOTHLANDIEN	Schiste de Ko-kou (Nan-ti) à *Spirifer tonkinensis*. ?		Grès schisteux bariolés à *Orthis Bouchardii* de 'Hoang-li-ts'uen. Grès schisteux à *Lingula loulatensis* MANSUY *Modiomorpha Lavali* MANSUY de Ma-la-ly. Partie supérieure des grès à *Bothriolepis*.	Couches de Kian-tchang-pa et de Tchao-tien à *Orthis Bouchardii* et calcaires à *Halysites catenularia, Heliol. decipiens*, etc..	Calcaire à *Encrinurus* et schistes à *Graptolithes*.	Calcaire à *Pentamères* de Spiti et calcaire de Chitral à faune de polypiers de Wenlock.					Schistes à *Sp. tonkinensis* et calcaires de Yen-lac à polypiers (horizon de Wenlock).
ORDOVICIEN		Grès massifs à *Bothriolepis*.	Grès massifs à *Bothriolepis* de Hai-'houéi.								Schistes à *Orthis Budteighensis* et schistes à *Calymene Douvillei* de Nam hi.
		Calcschiste et schiste à *Dionide formosa* BARRANDE.	Calcschiste noir de Si-yang-tang à *Dionide formosa* BARR.	Calcaire de Tchao-tien à *Trinucleus Richthofeni, Calymene, Asaphus*.	Calcaire à *Echinosphærites* et *Orthoceras*.	Quartzites, schistes et calcaire à *Illaenus, Calymene, Asaphus*.		Formation calcaire dolomitique de Tsi-nan à Orthocères.			
		Marnes bariolées à Malacostracés (horizon de Si-yang-tang).	Marnes bariolées de Si-yang-tang à *Ceratiocaris, Sinocaris, Goniophora contraria* MANSUY, *Orbiculoïdea sinensis* MANSUY, etc.		Calcaire à *Hemicosmites* de Poupjao.	Calcaire à *Porambonites* de Spiti.				Calcaire à *Asaphus expansus*.	
POSTDAMIEN						Calcaire à *Olenus* (?) *haimantensis* de Spiti.					

ÉTAGES	YUN-NAN — ENTRE PO-SHI ET LIN-NGAN, ET VALLÉE DU NAN-TI	YUN-NAN — RÉGION D'YI-LÈANG	YUN-NAN — ENTRE LE KIN-CHA-KIANG ET YUN-NAN-FOU	SSEU-TCHOAN	BIRMANIE ÉTATS SHANS	HIMALAYA	SALT-RANGE	CHAN-TONG	LIAO-TONG ET CORÉE	KIANG-SOU	TONKIN
CAMBRIEN — ACADIEN	Série des grès bariolés et des marnes écailleuses à *Ptychoparia yunnanensis* Mansuy, *Palaeolenus Deprati* Mansuy, *Bradoria Douvillei* Mansuy, *Obolus Damesi* Walc., *O. chinensis* Walc., etc..	Grès bariolés avec lits marneux intercalés à *Ptychoparia yunnanensis* Mansuy, *Obolus Damesi* Walc., *O. chinensis*, Walc. etc..	Argiles écailleuses et grès verts à *Ptychoparia yunnanensis*, *Palaeolenus Deprati* Mansuy, *Bradoria Douvillei*, *Obolus Damesi*, *O. chinensis*, etc..			Couches à *Plychoparia* nombreux et *Shanlungia* de Spiti.	Calcaire à *Ptychoparia*	Calcaire de Ch'au-mi-tien à *Obolus chinensis*, *O. Damesi*, *Dorypyge Richthofeni*, et une riche faune d'*Anomocare*, *Arionellus*, *Stephanocare*, *Plychoparia*, *Shantungia*, etc .	Couches de Sai-ma-ki, Ta-ling, Wou-lo-pou à *Dorypyge Richthofeni*, *Anomocare plenum*.		
						Couches de Spiti à *Orycocephalus Reynol dsi*, *Zacanthoides indicus*.		Ku-shan shale. Partie supérieure du calcaire de Changhia à *Arionellus*, *Menocephalus*, *Solenopleura*, etc..	*Conocephalites frequens*, etc..		
								Calcaire de Chang-hia à *Dorypyge Richthofeni*, *Crepicephalus magnus*.			
								Calcaire de Chang-hia à *Dorypyge Richthofeni*.			
GÉORGIEN	Série des grès et marnes bariolées à *R. nobilis* Walc, *Palaeolenus Douvillei* et *P. Lantenoisi* Mansuy.	Marnes bariolées à *R. nobilis* Walc.	Horizon des grès sableux à *R. nobilis* Walc.			Couches à *Redlichia Noetlingi* de Spiti.	Couches à *Redlichia Noetlingi*.	Man't'o Shale. — Couches à *Redlichia nobilis*.			
	Grès et marnes roses à *Redlichia chinensis* Walc., *R. carinata* Mansuy et *R. Walcotti* Mansuy.	Grès et marnes roses à *Redlichia chinensis* Walc., *R. carinata* Walc., *Palaeolenus Douvillei* Mansuy, *P. Lantenoisi* Mansuy, etc..	Grès et marnes roses à *Redlichia chinensis* Walc., *R. carinata* Mansuy, etc..					Man't'o Shale. — Couches à *Redlichia chinensis*.			
	Arkoses, grès quartzites avec calcaires intercalés de Lengchouéi-keuou.	Arkoses, grès quartzites avec calcaires intercalés à *Redlichia chinensis* Walcott.	Grès et arkoses de Tien-cha.								

Système Dévonien

Le Dévonien offre au Yun-nan un développement magnifique. Sa grande richesse en horizons fossilifères fait que c'est l'étage le mieux connu depuis longtemps. L'expédition française du Mé-kong avait déjà signalé la présence de calcaires dévoniens au Yun-nan et le Dr Joubert avait même figuré comme dévoniens tous les calcaires du Yun-nan, généralisant ainsi d'une façon trop hâtive (1).

M. Leclère prospecta ensuite pendant son voyage au Yun-nan plusieurs gisements fossilifères dont les éléments, soumis à M. le professeur Douvillé, permirent à ce dernier de reconnaître la présence du Dévonien moyen et du Dévonien supérieur dans la région de Lou-nan. M. Leclère, comme conclusion de ces déterminations, les étendit à des terrains très différents.

La Mission Lantenois a fait beaucoup pour préciser nos connaissances sur le Dévonien yunnanais. Ses belles récoltes de fossiles permirent d'indiquer en de nombreux points la présence soit du Dévonien moyen, soit du Dévonien supérieur ; elle reconnut même, avec doute il est vrai, la présence du Dévonien inférieur que nous avons pu préciser.

Nos propres recherches nous ont permis de délimiter avec quelque exactitude les différents niveaux dévoniens du Yun-nan oriental et de tracer sur la carte au 1 : 200.000 leur aire d'extension ; des études minutieuses sur le terrain en vue d'établir des séries complètes nous ont permis d'élucider dans tout l'ensemble du Dévonien du Yun-nan la présence d'une grande quantité d'horizons fossilifères, s'élevant actuellement à 18.

Le Dévonien affleure dans le Yun-nan oriental dans une bande dirigée à peu près N. N. E., traversant en écharpe le bassin du Tié-tchen-'ho, et dont l'axe passe à peu près par les villes de Lin-ngan et de Lou-léang ; il est ainsi compris dans la région s'étendant entre le géosynclinal triasique sud-oriental et la région des lacs. A l'O. de Po-shi il disparaît complètement et on n'en trouve jamais trace ; de même entre le parallèle de Yun-nan-fou et le haut Fleuve Bleu (2), je n'ai jamais pu rien relever qui se rapporte à un niveau dévonien et le Dinantien est directement transgressif sur le Cambrien, l'Ordovicien ou le Gothlandien.

La petite carte très schématique (fig. 21 atlas) montre cette localisation des dépôts dévoniens dans le Yun-nan oriental.

Facies des dépôts dévoniens yunnanais. — D'une façon générale, mais non absolue, c'est la sédimentation gréseuse, marneuse ou marno-calcaire qui prédomine ; les calcaires francs, compacts, sont l'exception et généralement forment des accidents locaux, qui peuvent atteindre du reste une grande importance comme les calcaires à crinoïdes à *Pugnax pugnus* d'entre Che-mo et Mi-leu qui, plus au N., passent aux grès schisteux de Ta-hi-ti. Ces variations de faciès sont extrêmement fréquentes et sur une faible distance un horizon change d'aspect lithologique en conservant la même faune.

Un fait saillant parce qu'il contraste avec ce que nous avons décrit dans le Silurien est l'importance que vont prendre désormais les formations calcaires coralligènes, par opposition à ce que l'on observe dans le Silurien du Yun-nan où nous n'avons rencontré les calcaires que d'une façon tout à fait accidentelle et par suite où l'absence absolue de polypiers est un fait remarquable.

Je ne suivrai pas dans la description des formations dévoniennes du Yun-nan le procédé employé pour décrire les formations siluriennes. Les faunes se montrant peu variables d'un point à un autre, même dans le cas d'éloignement considérable, je donnerai d'abord pour indiquer la composition générale du

---

(1) Françis Garnier, *Voyage d'exploration de l'Indochine en 1866-68*, Paris, 1873. Géologie, par le Dr Joubert.

(2) D'après les indications de L. Von Loczy, le Dévonien reparaît très au N. de la région que nous étudions, dans la partie occidentale du Sseu-tchoan ; il offre du reste là beaucoup d'espèces communes avec celles du Yun-nan dans le beau gisement de Hoa-ling-pou. Existe-t-il des gisements dévoniens dans le Léang-wang-chann, formant la transition avec ceux du Yun-nan ? la chose est possible, mais nous ne possédons actuellement aucun document sur cette question. Il est probable que si le Dévonien y existe, il est à l'état de gneiss et de schistes métamorphiques comme celui du Fleuve Rouge dans la région de Man-hao.

Dévonien la coupe très complète que j'ai pu relever au N. de Po-shi, en allant de la vallée du Tié-tchen-'ho aux crêtes de Ta-ping-pou (fig. 22 atlas) à la hauteur de Siao-ho-keuou. La série des horizons lithologiques s'observe comme je l'indique ci-dessous. D'une façon générale on y recueille toutes les espèces citées, exception faite pour celles qui sont marquées d'un astérisque, j'ai groupé en effet dans cette liste l'ensemble des fossiles que l'on recueille dans toute cette région ; c'est en somme une liste compréhensive. Mais les espèces qu'on n'y recueille pas s'observent dans des localités très peu éloignées.

FAMENNIEN

$d5^a$ Calcaires marneux écailleux..... 40m

Spirifer tenticulum de VERN.
Spirifer curvatus SCHL.
Atrypa Douvillei MANSUY.
**Atrypa arimaspus* EICHW.
Atrypa desquamata SOW.
Rhynchonella Huoti de VERN. et KAYS.
Rhynchonella letiensis GOSSELET.
**Rhynchonella gigantea* MANSUY.
Cyathophyllum Douvillei FRECH.

$d6$ Calcaires gris pétris d'articles de crinoïdes..... 40m

Spirifer Verneuili MURCH. var. *yunnanensis* MANSUY.
**Atrypa Bodini* MANSUY.
Spirifer curvatus v. BUCH.
**Productella Bourguignoni* MANSUY.
Rhynchonella (Puguax) pugnus MART.
Rhynchonella (Camarotaechia) convexa MANSUY.
**Anastrophia proxima* MANSUY.

FRASNIEN

$d5^d$ Calcaire blanc à encrines (horizon de Mo-chien-tsin) [1] 100m

Spirifer curvatus v. BUCH.
Rhynchonella (Puguax) pugnus MART.
Atrypa reticularis LINNÉ.
Atrypa aspera DALM.
Athyris concentrica v. BUCH.
Orthis striatula d'ORB.
Productus sp.

$d5^c$ Calcaire rosé compact..... 60m

Paradoceras globosum MÜNST.
Styliola sp.

$d5^b$ Marnes sèches écailleuses gris clair de Lou-tchai-tchong et d'Yi-léang..... 200m

Rhynchonella Omaliusi GOSSELET.
Athyris concentrica v. BUCH.
Productella subaculeata MURCH.
**Favositella columnaris* MANSUY.
Orthoceras sp.
Lepidodendron sp.
Sigillaria sp.

[1] Je donne à cet horizon le nom de calcaire de Mo-chien-tsin, à cause du village lolo situé entre Che-mo et Mi-leu, où il offre un développement magnifique.

FRASNIEN

$d_5{}^a$ Marnes sèches claires, très écailleuses avec minces bancs calcareux alternants, les bancs marneux ont 5 à 6 m. d'épaisseur et les lits calcaires 0 m 40 environ. 80m

Leiorhynchus Deprati MANSUY
Productella subaculeata MURCH.
Strophalosia productoïdes MURCH.

d_5 Calcaire noir marneux pétri de fossiles..... 200m

Rhynchonella procuboïdes KAYS. var. *Long-tung-peensis* KAYS.
Orthis striatula d'ORB.
Streptorhynchus umbraculum SCHL.
Orthothetes crenistria PHILL.
Atrypa reticularis LINNÉ.
Atrypa aspera DALM.
Strophalosia productoïdes MURCH.
Productella subaculeata MURCH.
Alveolites suborbicularis LMK.
Alveolites subaequalis M. E. et H.
Cyathophyllum hexagonum MICH.
Cyathophyllum Douvillei FRECH.

GIVÉTIEN

$d_4{}^b$ Calcaires marneux rognonneux gris ou noirs..... 260m

Stringocephalus Burtini DEFR.
Uncites gryphus SCHL.
Cyrtina heteroclyta DEFR.
Spirifer undiferus ROEMER.
Spirifer Thetidis KAYS. (1)
Spiriferina cristata SCHLOTH. var. *octoplicata* SOW.
Strophalosia productoïdes MURCH.
Productella subaculeata MURCH.
Chonetes orientalis v. LOĆZY (2).
Waldheimia Whidborнei DAV. (3).
Camarophoria sseu-tchoanensis v. LOĆZY (4).
Athyris concentrica M. COY.
Cyrtoceras (Kophinoceras) ornatum GOLDF.
Cardiola migrans BARR.
Modiomorpha Duponti MANSUY.
Megalodon cucullatus SOW.
Dolabra cf. *unilateralis* SOW.
Dolabra sp.
Macrochilina arculata SCHLOTH.
Natica antiqua GOLDF.
Murchisonia loxonemoïdes WHIDB.
Murchisonia bigranulosa de VERN.
Murchisonia angulata PHILL.
Murchisonia angulata PHILL. var. *conoidea* MANSUY.
Murchisonia margarita WHIDB.
Bellerophon striatus de FERUSSAC et de VERN.
Pleurotomaria delphinuloïdes SCHLOTH.
* *Pleurotomaria subimbricata* M. COY.
Aulopora tubaeformis GOLDF.
Aulopora repens KNORR.

(1) Non figuré et déterminé d'après les figures de Von Loćzy.
(2) Id
(3) Id.
(4) Id.

GIVÉTIEN

$d_4{}^a$ Calcaires marneux gris et marnes..... 135m

Conchidium (Sieberella) galeatum DALM.
Orthis striatula d'ORB.
Atrypa reticularis LINNÉ.
Strophalosia productoïdes MURCH.
Aulopora repens KNORR.

d_4 Calcaires gris..... 35m

Atrypa aspera DALM.
Cyathophyllum caespitosum GOLDF.

EIFÉLIEN

$d_3{}^b$ Calcaires marneux gris grumeleux à polypiers (horizon de Si-tché-yi)..... 430m

Spirifer concentricus SCHNUR,
Nucleospira takwanensis KAYS.
Conchidium (Sieberella) galeatum DALM.
Atrypa reticularis LINNÉ.
Athyris concentrica v. BUCH.
Orthis striatula DEFR.
Plectambonites rhomboïdalis PHILL.
* *Dielasma curvirostris* MANSUY.
Retzia Yileangensis MANSUY.
Meristella Flayellei MANSUY.
Megalanteris Archiaci de VERN.
Metriophyllum poshiense MANSUY.
Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.
Cyathophyllum helianthoïdes GOLDF.
Cyathophyllum obtortum M. E. et H.
Cystiphyllum vesiculosum PHILLIPS.
Cystiphyllum americanum M. E. et H.
Endophyllum Yunnanense MANSUY.
Smithia Hennahi M. E. et H.
Favosites subregularis MANSUY.
Favosites sphaericus HALL.
Pachypora polygonalis MANSUY.
Aulopora tubaeformis GOLDF.

$d_3{}^a$ Calcschistes marneux à Calcéoles..... 70m

Calceola sandalina LMK.
Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.
Cyathophyllum helianthoïdes GOLDF.
Cystiphyllum americanum M. E. et H.
Cystiphyllum vesiculosum PHILLIPS.
Metriophyllum poshiense MANSUY.
Endophyllum Yunnanense MANSUY.
Smithia Hennahi M. E. et H.
Favosites sphaericus GOLDF.
Aulopora tubaeformis GOLDF.

d_3 Schistes et calcschistes violacés à polypiers..... 30m

Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.
Cyathophyllum helianthoïdes GOLDF.
Favosites sphaericus HALL.
Aulopora tubaeformis GOLDF.
* *Pachypora polygonalis* MANSUY.

DÉVONIEN INFÉRIEUR.....

d_{2c} Grès jaunes sableux grossiers (horizon de 'He-mo) de bancs calcaires à Stromatopores 250m

Meristella sp.
Actinopteria Deprati MANSUY.
Tentaculites irregularis MANSUY.

d_{2b} Calcaire gris dur (horizon de Lan-nin-tsin)..... 25m

Spirifer Jouberti OEHL. et DAV.
Pterinea lineata GOLDF.

d_{2a} Schistes marneux jaune d'or écailleux (horizon de Pa-mao-tseu)..... 220m

Retzia plicata MANSUY.
Limoptera inopinata MANSUY.
Leiorhynchus sp.
Tentaculites irregularis MANSUY.

d_2 Calcaire noir très dur 10m

Conchidium (Sieberella) Sieberi v. BUCH.

d_1 Masse de grès fins, de marnes tendres, calcaires marneux rouges et verts à peu près dépourvus de fossiles (horizon de Ki-tse-tchong)..... 600m

Cypridinia (Entomis) sp.

Je vais donner maintenant la description d'une série de coupes en progressant du S. S. O. au N. N. E., c'est-à-dire en suivant la bande dévonienne des environs de Lin-ngan vers Lou-léang comme je l'ai indiquée dans la figure 21 (atlas).

LE DÉVONIEN DANS LES ENVIRONS DE LIN-NGAN. — Le Dévonien existe autour de la préfecture de Lin-ngan. Considéré comme Trias par M. LECLÈRE, il fut déterminé par MM. LANTENOIS et MANSUY qui le reconnurent dans cette région lors de leur voyage en 1903.

Au N. O. de Lin-ngan un calcaire verdâtre très relevé, plus ou moins disloqué par des cassures, offre l'horizon à Stringocéphales :

Stringocephalus Burtini DEFR.
Uncites gryphus SCHL.
Spirifer concentricus SCHNUR.
Murchisonia loxonemoïdes WHIDB.

Ce calcaire forme une bande qui borde la partie N. du bassin de Lin-ngan. A Sin-fang il reparaît par places sous les dépôts pliocènes et quaternaires de l'ancien lac de Lin-ngan ainsi qu'un calcaire bleuâtre formant de grandes surfaces régulières, visible dans les ravins autour de Nan-tchouang et contenant de multiples sections de polypiers :

Alveolites suborbicularis LMK.
Alveolites subaequalis M. E. ET H.

C'est donc ici le GIVÉTIEN qui affleure.

Entre Nan-tchouang et Sin-tsouen-so affleure le DÉVONIEN INFÉRIEUR, dans une nappe formée d'un complexe de Cambrien et de Dévonien inférieur écrasés et chevauchés par les grès de l'etage inférieur du Cambrien. Il est formé de schistes marneux bariolés laminés représentant l'horizon de Ki-tse-tchong à *Cypridines*. Ce Dévonien inférieur écrasé se poursuit largement vers le N. E. vers Ki-tse-tchong où nous le retrouverons.

Au S. et à l'E. du bassin de Lin-ngan le DÉVONIEN MOYEN offre un développement assez considérable ; en s'élevant de la plaine lacustre pliocène de Mien-tien pour franchir le chaînon qui la sépare de l'ancien fond lacustre de Lin-ngan, chaînon perforé par le Lin-ngan-'ho (V. p. 18), on observe la série suivante :

d4b Calcaires bleuâtres marneux avec parties très dures, affleurant entre le pont de San-oué sur le Lin-ngan-'ho et la résurgence de la rivière :

Stringocephalus Burtini Defr.
Uncites gryphus Schloth.
Spirifer undiferus Roem.
Spirifer Thetidis Kays. (1)
Cyrtoceras sp.
Murchisonia bigranulosa de Vern.
Murchisonia angulata Phillips.

d4a Calcschistes marneux affleurant au haut de la montée :

Cyrtoceras sp.
Orthis striatula Schl.
Atrypa explanata Schl.
Pachypora polygonalis Mansuy.

d4 Calcaire gris marneux à :

Atrypa aspera Dalm.

d3b Calcaire à polypiers formant le noyau de l'anticlinal constituant le chaînon :

Smithia Hennahi M. E. et H.
Favosites cf. *sphaericus* Hall.
Cyathophyllum helianthoïdes Goldf.
Plectambonites rhomboïdalis Phill.
Nucleospira takwanensis Kays.
Cystiphyllum americanum M. E. et H.

d3b forme la partie supérieure de l'Eifélien, le reste est Givétien. La retombée de l'anticlinal sur la plaine de Lin-ngan est formée par le Givétien.

Entre Kéou-kai et la plaine de Lin-ngan, en descendant sur le Fleuve Rouge, on recoupe également les calcaires à Stringocéphales, et l'Eifélien *d3b* à polypiers ; M. Lantenois dans son Mémoire avait déjà indiqué ces formations ; il y avait fait récolte de fossiles dans plusieurs gisements notés sur sa carte et avait très bien délimité le Dévonien moyen au S. et à l'E. de Lin-ngan.

Le Dévonien inférieur et moyen dans le Yun-long chann. — Les hauteurs du Yun-long-chann s'étendent entre la section de la route de Mong-tseu à Yun-nan-fou comprise entre Lin-ngan et Kouan-in d'une part et la faille de Tsin-chouéi-tang. J'ai déjà montré dans l'étude du Cambrien que cette région est formée d'une nappe de Cambrien argilo-arénacé et de Dévonien inférieur écrasés, poussés en écailles elles-mêmes plissées à l'extrême et chevauchés par le calcaire cambrien ; j'ai indiqué qu'il était impossible d'établir sur la carte la délimitation précise du Cambrien et du Dévonien inférieur, les deux étages formant un complexe indivisible. Le Dévonien inférieur *d1* formé de schistes argilo-arénacés bariolés, de marnes jaunes ou rosées de faciès extrêmement voisin de celui offert par la partie inférieure du Cambrien, peut encore moins s'en distinguer dans le cas présent lorsque les deux formations ont été laminées ensemble et s'interpénètrent comme c'est le cas ici. Dans toute la région de Ki-tse-tchong, Chan-tchai, Mo-kou, Kouen-lou, Ta-ka-la, on observe une masse de schistes bariolés, bruns, verts, rouges ou jaunes dans lesquels j'ai recueilli des échantillons nombreux de *Cypridinia* sp. J'ai désigné cet horizon *d1* du Dévonien inférieur puissant de plus de 600m au total sous le nom d'horizon de Ki-tse-tchong parce que les conditions d'observations sont très bonnes dans les vallées autour de ce village.

La fig. 9 (atlas) montre l'ensemble des conditions tectoniques de cette région. Je prierai le lecteur de se reporter aussi à la fig. 93 (atlas) qui montre aux environs de Lao-yun le complexe plissé cambro-dévonien inférieur de la nappe poussée sur le Dévonien moyen.

Le Dévonien moyen apparaît dans ces parages, très disloqué comme le montre aussi la coupe fig. 93 (atlas). Entre Lao-yun et Wou-lou-si-chou la route coupe d'abord un lambeau de Dévonien inférieur appartenant à la partie supérieure du système :

d2b Calcaire gris verdâtre à *Peronella* sp., *Stromatopora* sp., (horizon de Lan-nin-tsin à *Pterinea lineata* Goldf.)

(1) Déterminé d'après les figures de V. Loczy

Brusquement interrompu par un contact anormal fig. 93 (atlas), le Dévonien se prolonge par un synclinal renversé vers le S. S. O. offrant :

EIFÉLIEN

d_3 Schistes et calcschistes écrasés à :

Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.

d_{3a} Calcschistes à :

Calceola sandalina LMK.
Cyathophyllum helianthoïdes GOLDF.
Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.
Cystiphyllum vesiculosum PHILLIPS.
Smithia Hennahi M. E. et H.
Aulopora tubaeformis GOLDF.

d_{3b} Calcaire gris grumeleux à :

Nucleospira takwauensis KAYS.
Spirifer concentricus SCHNUR.
Conchidium (Sieberella) galeatum DALM.
Atrypa reticularis LINNÉ.
Orthis striatula DEFR.
Plectambonites rhomboïdalis PHILL.
Dielasma curvirostris MANSUY.
Metriophyllum poshiense MANSUY.
Cystiphyllum americanum M. E. et H.
Smithia Hennahi M. E. et H.

Au-dessus vient le Givétien ; l'Eifélien ne reparaît pas vers Wou-lou-si-chou, le flanc S. O. du synclinal étant recouvert par les calcaires ouraliens à *Fusulina multiseptata* SCHELLW. (fig. 28).

GIVÉTIEN

d_4 Calcaire dur gris à :

Atrypa aspera DALM.
Cyathophyllum caespitosum GOLDF.

d_{4a} Calcaire marneux gris à :

Conchidium (Sieberella) galeatum DALM.
Strophalosia productoïdes MURCH.
Atrypa reticularis LINNÉ

d_{4b} Calcaire gris marneux à intercalations de calcaire bleu noir compact rempli de :

Stringocephalus Burtini DEFR.
Uncites gryphus SCHL.
Cyrtina heteroclyta DEFR.
Murchisonia indt.

L'horizon d_{4b} du Givétien montre des bancs littéralement formés de *Stringocéphales* dont les innombrables sections pullulent sur les surfaces d'érosion.

LE DÉVONIEN DANS LA VALLÉE DU TIÉ-TCHEN-'HO ENTRE SIUN-KIEN-SSEU ET JE-CHOUÉI-TANG. — La vallée du Tié-tchen-'ho, en sa qualité de tranchée profonde, offre d'excellentes coupes du Dévonien dont elle traverse avec une direction N. S. les bandes N. N. E. Seulement les séries ne sont pas très continues par suite des actions tectoniques ici très puissantes. De La-li-'hé à quelques kilomètres avant Je-chouéi-tang on observe en suivant la ligne ferrée un synclinal de DÉVONIEN SUPÉRIEUR et de DÉVONIEN MOYEN, bordé au sud,

dans la dépression de La-li-'hé, entre Ta-long-tan et Siun-kien-sseu par du Dévonien inférieur qu'on observe le long de la ligne ferrée et dont les alluvions masquent les relations avec les autres terrains :

d_2^c Grès jaunes sableux gréseux avec schistes jaunes écailleux à *Meristella* sp. indt. (horizon de 'He-mo).

Au-delà de Ta-long-tan, en amont, la voie ferrée s'engage dans des gorges très profondes. Les couches sont généralement très relevées ; la série stratigraphique après La-li-'hé offre la succession suivante :

Frasnien (pars). . — *d* 5 *c* Calcaire rosé fossilifère entre les kilomètrages 265 et 266 [1] :
Paradoceras globosum Münst.
Styliola sp.
Atrypa aspera Dalm.

Lacune tectonique : *d* 5 *b*, *d* 5 *a*, *d* 5, manquent.

Givétien (pars) . . — *d* 4 *b* Calcaire marneux à *Stringocéphales* :
Stringocephalus Burtini Defr.
Spirifer undiferus Roem.
Spirifer cf. *Thetidis* Kays. ( )
Spiriferina cristata Schl. var. *octoplicata* Sow.
Chonetes orientalis V. Loczy. [3]
Cyrtina heteroclita Defr.
Atrypa explanata Schl.
Orthis striatula Schl.
Cupressocrinus sp.
Cyathophyllum sp.

d 4 *a* Calcaire rosé à :
Conchidium (Sieberella) galeatum Dalm.

d 4 Calcaire rosé à :
Atrypa aspera Dalm.
Cyathophyllum caespitosum Goldf.

Eifélien . . . . . — *d* 3 *b* Calcaire marneux noirâtre.

Cet horizon que nous dénommons *horizon de Si-tché-yi* est bien développé dans la localité du même nom.

Il a été étudié très en détail par notre collaborateur M. Mansuy qui y a fait de très importantes récoltes. Les fossiles se trouvent en accumulations assez espacées et dans certains bancs sont réunis à un tel degré que le calcaire devient une lumachelle ; à quelque distance on n'en voit plus trace :

Conchidium (Sieberella) galeatum Dalm.
Nucleospira takwanensis Kays.
Spirifer concentricus Schnur.
Atrypa explanata Schl.
Atrypa reticularis Linné.
Athyris concentrica v. Buch.
Orthis striatula Defr.
Plectambonites rhomboïdalis Phill.
Strophalosia productoïdes Davids.
Diclasma curvirostris Mansuy.
Retzia yilcangensis Mansuy.
Meristella Flavellei Mansuy.

---

[1] Horizon reconnu déjà par la Mission Lantenois en 1903
[2] Déterminé d'après la figure de V Loczy.
[3] Id.

Megalauteris Archiaci de Vern.
Favosites subregularis Mansuy.
Favosites sphaericus Hall.
Smithia Hennahi M. E. et H.
Endophyllum yunnanense Mansuy.
Cyathophyllum obtortum M. E. et H.
Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.
Cyathophyllum helianthoïdes Goldf.
Cystiphyllum americanum M. E. et H.
Cystiphyllum vesiculosum Phillips.

Eifélien ..... *Aulopora tubaeformis* Goldf.
Pachypora polygonalis Mansuy.
Stromatopora sp.

$d_3{}^a$ Calcschistes marneux à Calcéoles :

Calceola sandalina Lmk.
Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.
Cystiphyllum vesiculosum Phill.
Smithia Hennahi M. E. et H.
Streptorhynchus umbraculum Schl.

Au-delà de Si-tché-yi reparaît le calcaire rose à *Atrypa aspera* Dalm. et *Cyathophyllum caespitosum* Goldf. d_4 ; puis interviennent des dislocations nombreuses qui interrompent la série et le passage de la grande faille de Lin-ngan à Lou-nan qui, près de Je-chouéi-tang (v. carte), met en contact le Carboniférien et le Dévonien supérieur à *Atrypa aspera* Dalm.

Le Dévonien dans la région de Po-shi

Comme le montre la carte géologique le Dévonien offre un beau développement dans la région de Po-shi ; ici encore, il est formé de bandes N. N. E. traversant obliquement le cours N. S. du Tié-tchen-'ho. Le Dévonien moyen surtout offre un beau développement entre Po-shi et Wéi-téou-chann ; il forme les collines arrondies qui bordent à l'E. la plaine de Po-shi comme l'a déjà remarqué M. Lantenois qui y fit de belles récoltes sur la route de Che-mo à Po-shi. Le Dévonien inférieur est bien représenté dans cette région ; j'y ai découvert toute une série d'horizons, notamment près de 'Hé-mo et aussi sur la rive droite du Tié-tchen-'ho à l'O. de Po-shi.

Coupe du Kiou-kiang au Tié-tchen-'ho par 'Hé-mo. — Dans le chaînon du Houo-chann, compris dans l'angle formé par le confluent du Kiou-kiang et du Tié-tchen-'ho (Pa-ta-'ho), j'ai relevé une bonne coupe du Dévonien inférieur et de la base du Dévonien moyen (fig. 23 atlas).

$d_4{}^b$ Calcaire gris bleu foncé compact à *Stringocéphales*, pendage S. S. O. 45°, alternant avec des bancs plus marneux ; les calcaires gris bleu s'altèrent en se décomposant en larges écailles. J'y ai observé :

Givétien ..... *Stringocephalus Burtini* Defr. (formes géantes).
Uncites gryphus Schl.
Cyrtina heteroclyta Defr.
Spirifer undiferus Roem.
Spiriferina cristata Schl. var. *octoplicata* Sow.
Productella subaculeata Murch.
Megalodon cucullatus Sow.
Dolabra cf. *unilateralis* Sow.
Natica antiqua Goldf.
Bellerophon striatus de Fer. et Vern.
Murchisonia loxonemoïdes Whidb.

Murchisonia bigranulosa de Vern.
Pleurotomaria delphinuloïdes Schloth.
Anlopora tubaeformis Goldf.

Givétien ..... d_{3a} Calcaires marneux gris avec bancs compacts à :
Conchidium (Sieberella) galeatum Dalm.
Orthis striatula d'Orb.
Atrypa reticularis Linné.
Pachypora polygonalis Mansuy.

L'Eifélien lui fait suite en profondeur en progressant vers 'He-mo :

d_{3b} Calcaire marneux à cassure parallélipipédique (horizon de Si-tché-yi) :
Spirifer concentricus Schnur.
Nucleospira takwanensis Kays.
Conchidium (Sieberella) galeatum Dalm.
Atrypa reticularis Linné.
Atrypa explanata Schl.
Orthis striatula Defr.
Plectambonites rhomboïdalis Phill.
Metriophyllum poshiense Mansuy.
Endophyllum yunnanense Mansuy.
Cyathophyllum helianthoïdes Goldf.
Eifélien ..... *Cystiphyllum americanum* M. E. et H.
Smithia Hennahi M. E. et H.
Favosites sp.
Anlopora tubaeformis Goldf.

d_{3a} Calcschistes marneux (horizon à Calcéoles) :
Calceola sandalina Lmk.
Cyathophyllum helianthoïdes Goldf.
Cystiphyllum vesiculosum Phill.
Favosites sphaericus Goldf.

d_3 Calcschistes violacés à polypiers :
Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.
Cyathophyllum helianthoïdes Goldf.
Pachypora sp.

Dévonien inférieur	d_{2c} Grès de 'He-mo	Grès jaune sableux grossier sans fossiles	90 m
		Banc de calcaire à *Stromatopores*	5 m
		Grès jaune grossier à *Meristella* sp. indt., *Tentaculites irregularis* Mansuy, *Actinopteria Deprati* Mansuy	50 m
		Banc de calcaire à *Stromatopores*	4 m
		Grès jaune à *Meristella* sp. indt., *Actinopteria Deprati* Mansuy	35 m
		Banc de calcaire à *Stromatopores*	1 m
		Grès grossier jaune ou rougeâtre très sableux	70 m

d_{2b} Calcaire gris foncé, équivalent du calcaire de Lan-nin-tsin à *Spirifer Jouberti* Oehl. et Dav. et *Pterinea lineata* Goldf., ici sans fossiles, avec un banc de marne jaune intercalé.

d_{2a} Schistes jaunes marneux, horizon de Pa-mao-tseu, à :
Retzia plicata Mansuy.

d_2 Calcaire dur, gris foncé ou noir :
Conchidium (Sieberella) Sieberi V. Buch.

d_1 Masse de grès jaunes fins, de marnes tendres roses et jaunes et de marno-calcaires bariolés à :
Cypridines.

Je n'ai jamais pu recueillir dans la masse des marnes et des grès fins bariolés de la base du Dévonien inférieur autre chose que des *Cypridines* qui, localement, remplissent les marnes, tandis qu'au-dessus et au-dessous d'un banc qui en contient à profusion, on n'en trouve pas une seule.

Le dévonien inférieur et moyen a l'O. de Po-shi. — Le Dévonien n'existe que sur une faible largeur à l'O. de Po-shi sur la rive droite du Tié-tchen-'ho. Il s'y montre très plissé, participant à la composition du revers oriental du Tien-ma-chann et du Wan-song-chann, dans les conditions où il apparaît dans les trois coupes de la figure 46 (atlas) à laquelle je prie le lecteur de vouloir bien se reporter. Les torrents descendant du haut massif montagneux l'ont suffisamment entaillé pour y montrer de bonnes coupes. Le long des escarpements qui couronnent la haute chaîne qui sépare Po-shi de Ninh-tchéou, on le voit partout disparaître sous les calcaires ouraliens qui le recouvrent transgressivement, et sa disparition est définitive, ou du moins il ne reparaît plus que très loin, au sud-ouest dans les Etats Shans ; je crois très probable qu'il forme sous la masse énorme des dépôts moscoviens, ouraliens et permiens une suite continue de sédiments

Le Dévonien inférieur et moyen forme à l'O. de Po-shi une série de plis accusés, mais réguliers. Nulle part n'affleurent en ce point les marnes, schistes et marnes calcaires bariolées d_1 de l'horizon de Ki-tse-tchong ; ils ne reparaissent qu'en amont de la plaine de Po-shi entre celle-ci et Ta-ping-pou ; le niveau le plus bas que l'érosion ait découvert est l'horizon de 'He-mo, des grès jaunes grossiers à *Actinopteria Deprati* Mansuy.

Il me paraît inutile de répéter ici les descriptions des coupes précédentes qui peuvent s'appliquer rigoureusement à celles-ci. Les gisements fossilifères sont assez nombreux ; d'une façon générale, la recherche sur le terrain permet de trouver dans chaque niveau les fossiles nécessaires pour en déterminer la position. Je signalerai seulement quelques gisements.

Dans l'horizon de 'He-mo qui, comme je viens de le dire, est l'horizon le plus inférieur qui affleure, j'ai recueilli les mêmes fossiles que dans la localité même de 'He-mo, et malheureusement difficilement déterminables par suite de leur mauvais état de conservation dans le grès friable, circonstance d'autant plus regrettable que leur abondance est considérable. A la montée de Po-shi à Fa-houé on recueille en plusieurs points :

$d2c$ . . . . . { *Leptaena* sp. indt. ; *Meristella* sp. indt. ; *Retzia* sp. indt. ; *Actinopteria Deprati* Mansuy. ; *Tentaculites irregularis* Mansuy.

Comme à 'He-mo, des bancs à *Stromatopora* sp. et *Pachypora* sp. sont intercalés dans les grès.

L'Eifélien offre de nombreux gisements. Le Givétien affleure seulement au S. de Po-shi, à l'O. de l'entrée de la vallée du Kiou-kiang ; plus au N., par suite de l'obliquité de l'axe des plis par rapport à la plaine de Po-shi, il s'enfouit sous les alluvions de celle-ci, tandis que vers l'O. il est masqué par la transgression ouralienne. La fig. 46 (atlas) rend nettement compte de cette disposition.

Entre le village de Jan-liou-tsin et le Kiou-kiang, les calcaires eifféliens $d3b$ et le Givétien d_4 forment des barres rocheuses séparées par des combes correspondant aux couches marneuses.

Entre Je-chouéi-tang dans la vallée du Tié-tchen-'ho et la plaine de Po-shi on recoupe le Dévonien inférieur et le Dévonien moyen, mais extrêmement disloqués et des assises entières ont disparu dans les plans d'étirement. Un peu avant le débouché de la vallée sur la plaine de Po-shi, les couches sont extraordinairement contournées ; on les voit dessiner sur le flanc de la vallée des sinuosités compliquées ; fréquemment l'horizon gréseux $d2c$ et l'horizon des marnes écailleuses $d2a$ du Dévonien inférieur disparaissent dans des plans d'étirement et reparaissent par moments sous formes de lentilles aplaties entre les horizons calcaires. La fig. 24 (atlas) montre un exemple de ces étirements pris sur la rive droite du Tié-tchen-ho : les grès jaunes du Dévonien inférieur à *Actinopteria Deprati* Mansuy de l'horizon de 'He-mo, puissants de 200 m. à 3 km. de là, sont ici laminés et disparaissent complètement dans des strates très contournées de calcaires eifféliens à polypiers $d3$ et $d3a$.

Le Dévonien a l'E. de Po-shi. — J'ai déjà indiqué dans l'esquisse géographique qu'une zone de plateaux en partie dévoniens s'étend à l'E. de Po-shi, entre cette ville et la plaine d'effondrement de Mi-leu. Cette région est traversée par de grandes fractures de direction générale N. N. E. qui mettent en contact immédiatement à l'est Dévonien moyen ou supérieur et Ouralien ou Artinskien.

Cette région offre de bonnes coupes du Dévonien moyen et du Dévonien supérieur.

Coupe au S. E. de Po-shi : En partant de la faille de Lou-nan et en se dirigeant vers le N. O. on recoupe la série suivante.

Frasnien

d_5 Schistes noirs et calcaires marneux à : ([1])

Rhynchonella procuboïdes Kays. var. *Longtungpeensis* Kays.
Athyris concentrica M. Coy.
Atrypa desquamata Sow.
Atrypa reticularis Schl.
Atrypa aspera Schl.
Alveolites suborbicularis Lmk.

Givétien

$d_4{}^b$ L'horizon à *Stringocéphales* offre ici un beau développement dans des calcaires noirs et des schistes calcaréo-marneux rognonneux :

Stringocephalus Burtini Defr.
Uncites gryphus Schl.
Cyrtina heteroclyta Defr.
Nucleospira takwanensis Kays. (rare)
Athyris concentrica M. Coy.
Strophalosia productoïdes Murch.
Atrypa desquamata Sow.
Atrypa reticularis Linné.
Cyrtoceras (Kophinoceras) ornatum Goldf.
Orthoceras sp. indt.
Cardiola migrans Barr.
Megalodon cucullatus Sow.
Bellerophon striatus de Fer et Vern.
Murchisonia bilineata de Vern.
Murchisonia bigranulosa de Vern.
Murchisonia loxonemoïdes Whidb.
Pleurotomaria delphinuloïdes Schloth.
Aulopora tubaeformis Goldf.

d_4 et $d_4{}^a$ Calcaire marneux près du Ta-ki-'ho (horizon à *Pentamères*).

Conchidium (Sieberella) galeatum Dalm.
Orthis striatula Mart.
Diclasma sp.
Atrypa aspera Dalm.
Cyathophyllum caespitosum Goldf.

Eifélien

$d_3{}^b$ Calcaire massif grisâtre un peu marneux (horizon de Si-tché-yi) :

Nucleospira takwanensis Kays. (très abondant)
Conchidium galeatum Dalm.
Orthis striatula Defr.
Plectambonites rhomboïdalis Phill.
Meristella Ftayellei Mansuy.
Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.
Cyathophyllum obtortum M. E. et H.
Pachypora polygonalis Mansuy.

([1]) Une partie de ces fossiles a déja été signalée par M. Counillon (Note sur la Géologie de Po-shi, Lou-nan, etc. in Lantenois, Mission géologique et minière du Yun-nan méridional).

Eifélien .....

$d3^a$ Horizon des calcschistes à *Calcéoles* :
Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.
Calceola sandalina Lmk.
Metriophyllum poshiense Mansuy.
Endophyllum yunnanense Mansuy.
Smithia Hennahi M. E. et H.
Favosites sphaericus Goldf.
Aulopora tubaeformis Goldf.

$d3$ Calcschistes violets remplis de polypiers :
Cyathophyllum helianthoïdes Goldf. (très abond.)
Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.
Favosites sphaericus Hall.
Aulopora tubaeformis Goldf.

Ici se place une faille qui interrompt brusquement la série ; de l'autre côté de la faille apparaissent les grès *d2c* de l'horizon de 'He-mo, avec pendage en sens inverse du Dévonien moyen que nous venons d'étudier, c'est-à-dire dirigé vers le N. O.

Coupe N.E.-S.O allant de la plaine de Po-shi a Wéi-téou-chann. — On peut relever ici une bonne coupe du Dévonien moyen. Le Dévonien inférieur n'apparaît pas du tout. A l'E., l'ensemble bute contre la faille de Lou-nan qui passe au pied des falaises ouralo artinskiennes de Wéi-téou-chann. Les gisements fossilifères sont nombreux et riches. Cette série a déjà été vue par M. Lantenois, dont le passage fut trop rapide pour lui permettre de relever le détail des horizons, mais dont les récoltes fossilifères furent très suffisamment typiques pour lui permettre d'annoncer la présence du Dévonien moyen. Il attribue à l'ensemble de la formation une épaisseur d'au moins 500m. ; cette évaluation n'avait rien d'exagéré puisque nous avons été amené à donner à l'ensemble de l'Eifélien et du Givétien complets une épaisseur totale de plus de 900m. dans la coupe du Tié-tchen-'ho aux crêtes de Ta-ping-pou.

A la sortie de la plaine de Po-shi on rencontre de suite les couches à *Nucleospira takwanensis* Kays., très disloquées ; bien que le pendage général se fasse vers l'E., les strates offrent des déviations locales extraordinaires, avec des rebroussements à angle droit, signalées déjà par M. Lantenois en termes explicites : « à la grande descente sur Po-shi, les strates deviennent extraordinairement mouvementées et disloquées. . . . . cependant on note une plongée générale vers l'Est ».

Eifélien : (partie supérieure)

$d3^b$ apparaissant dès la montée, formé de calcaires en plaquettes dans des schistes calcaréomarneux, de couleur noirâtre, très bouleversés :
Nucleospira takwanensis Schnur.
Plectambonites rhomboïdalis Phill.
Conchidium galeatum Dalm.
Orthis striatula Defr.
Dielasma curvirostris Mansuy.
Atrypa reticularis Linné
Athyris concentrica V. Buch.
Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.

Givétien .....

$d4^a$ et $d4$ Calcaires gris noirâtres et marnes grises. On ne peut pas séparer ici les horizons $d4^a$ et $d4$ par suite des plissements des couches :
Orthoceras sp.
Conchidium galeatum Dalm.
Dielasma sp.
Orthis striatula d'Orb.
Strophalosia productoïdes Murch.
Atrypa aspera Dalm.
Atrypa desquamata Sow.
Atrypa sp.
Productus sp.
Cyathophyllum caespitosum Goldf.

Ces calcaires marneux donnent naissance à des collines arrondies semées de dépressions avec étangs sans écoulement.

Le Givétien se poursuit au-delà de la région des étangs, là où la montée reprend, par les calcaires à *Stringocéphales* avec une faune très riche que l'on recueille facilement, éparse sur les pentes à la surface du sol. Les fossiles sont généralement dégagés complètement. On peut recueillir un peu partout, car il n'y a pas de gisement particulier, la faune à peu près complète de cet horizon.

d_4^b Calcaires rognonneux marneux gris ou noirs avec intercalations de calcschistes marneux :

Stringocephalus Burtini Defr ([1]).
Uncites gryphus Schl.
Cyrtina heteroclyta Defr.
Spirifer undiferus Roem.
Spirifer Thetidis Kays ([2]).
Spiriferina cristata Schl. var. *octoplicata* Sow.
Athyris (Spirigerella) concentrica M. Coy.
Atrypa reticularis Linné.
Atrypa desquamata Sow.
Productella subaculeata Murch.
Strophalosia productoïdes Murch.
Waldheimia Whidbornei Dav. ([2])
Chonetes orientalis V. Loczy. ([2])
Camarophoria sseu-tchoanensis V. Loczy.([2])
Orthoceras sp.
Modiomorpha Duponti Mansuy.
Megalodon cucullatus Sow.
Cardiola migrans Barr.
Dolabra cf. *unilateralis* Sow.
Dolabra sp.
Natica antiqua Goldf.
Macrochilina arculata Schloth.
Murchisonia bigranulosa de Vern.
Murchisonia angulata var. *conoïdea* Mansuy.
Murchisonia loxonemoïdes Whidb.
Murchisonia margarita Whidb.
Bellerophon striatus de Fer. et Vern.
Pleurotomaria delphinuloïdes Schloth.
Cyathophyllum caespitosum Goldf.
Aulopora repens Knorr.
Aulopora tubæformis Goldf.

Au-dessus vient le Frasnien débutant par le calcaire marneux en plaquettes avec intercalations de schistes marno-calcaires, avec çà et là des bancs plus durs, mais malgré tout encore marneux ; ici, je n'ai pas trouvé de gisement très riche :

d 5 Calcaire marneux, avec bancs compacts et marnes grises :

Rhynchonella procuboïdes Kays. var. *Longtungpeensis* Kays.
Orthis striatula d'Orb.
Streptorhynchus umbraculum Schl.
Atrypa reticularis Linné.
Atrypa desquamata Sow.
Atrypa aspera Dalm.
Orthothetes crenistria Phill
Productella subaculeata Murch.
Alveolites subæqualis M. E. et H.

d 5 *a* Marnes sèches claires écailleuses avec minces bancs calcareux alternants :

Leiorhynchus Deprati Mansuy.

d 5 *b* Marnes sèches écailleuses :

Rhynchonella Omaliusi Gosselet.
Athyris concentrica V. Buch.
Productella subaculeata Murch.
Orthoceras sp. indt.
Sigillaria sp.
Lepidodendron sp.

Je n'ai pas trouvé ici le calcaire rosé à *Paradoceras globosum* Münst. *d* 5 *c* qui pourtant existe à peu de distance au N. dans la coupe de Siao-'ho-keuou à Ta-ping-pou et au S. dans la vallée du Tié-tchen-'ho entre Je-chouéi-tang et Si-tché-yi ; par contre, j'ai observé un banc de poudingue épais de trois à quatre mètres seulement supportant en synclinal le calcaire blanc *d* 5 *d* (horizon de Mo-chien-tsin) qui par endroits vient buter contre la fracture Lou-nan-Lin-ngan.

([1]) On recueille dans ce gisement et dans la plupart de ceux de la région des formes géantes de *Stringocéphales* rappelant celles que l'on recueille au même niveau dans le Givétien du Nassau et de l'Eifel.

([2]) Spécimens se rapportant aux figures données par V. Loczy.

d 5 d Calcaire blanc spathique, avec articles de Crinoïdes très nombreux :

Atrypa reticularis Linné
Rhynchonella (Pugnax) pugnus Mart.
Spirifer curvatus V. Buch
Cyathophyllum Douvillei Frech

Le reste de la série néodévonienne n'est pas visible ici et a été enlevé par érosion ; du reste l'horizon *d5d* et même *d5a* et *d5* peuvent être enlevés comme nous l'avons vu précédemment dans la coupe au S. E. de Po-shi.

Dévonien moyen et supérieur entre Che-mo et A-ki-i. — La faille de Lou-nan limite à l'E. le Dévonien de la bande de Po-shi. A l'E., la carte montre une large bande d'Ouralien et de Permien inférieur entre Wéi-téou-chann et Che-mo. A l'E. de Che-mo, les calcaires ouraliens et permiens presque horizontaux ou dessinant un anticlinal à courbure presque insignifiante (fig. 25 atlas) sont entamés par une large fenêtre creusée par l'érosion, permettant au Dévonien d'apparaître au jour ; son étude est intéressante parce que nous voyons le faciès calcaire compact supplanter le faciès marneux ou marno-calcaire dans des couches qui, à une dizaine de kilomètres à l'O. vers Ta-ping-pou, sont représentées par ce dernier (fig. 22 atlas) ; je veux parler des horizons à *Stringocéphales*, à *Rh. procuboïdes* et à *Rh. Omaliusi*. Cet envahissement par le calcaire compact provoque l'apparition d'une remarquable structure karstique, d'autant plus importante que le calcaire ouralien et permien inférieur surmonte directement la série épaisse des calcaires dévoniens, de sorte que l'ensemble de la série calcaire sans intercalations marneuses atteint une épaisseur d'au moins 1400 m. entre Mo-chien-tsin et A-ki-i. Les calcaires blancs à encrines à *Pugnax pugnus* et *Spirifer curvatus* de la région de Mo-chien-tsin sont curieusement sculptés en une innombrable quantité de dolines, vallées courtes dont l'écoulement se fait par gouffres, séparées par des pitons coniques d'une hauteur souvent très grande ; les dolines sont parfois occupées par de petits étangs reposant sur l'argile rouge de décalcification. Cette bande calcaire offre un des plus remarquables exemples de région karstique qu'il soit possible d'étudier, autant par la multiplicité des formes typiques de ce genre de modelé, que par leur bizarrerie et leur extension considérable.

Les calcaires à *Pentamères* et la base du calcaire à *Stringocéphales* occupent le fond d'une dépression passant par les villages de San-kia, Sié-si-fé ; ils offrent l'aspect de calcaires en grandes dalles, un peu marneux, se détachant en larges plaques sous le marteau ; par altération, ils se décomposent en écailles et deviennent très fragiles. La teinte est gris bleu foncé. Comme ils sont presque horizontaux, ils constituent dans le chemin qui monte de Sié-si-fé vers Mo-chien-tsin des gradins naturels formés par de longs paliers séparés par des redans peu élevés, polis par le passage des chevaux ; les fossiles abondants apparaissent en saillie sur la surface des calcaires. De Sié-si-fé à Mo-chien-tsin, on relève la coupe détaillée suivante :

Givétien. . . . .

d4a Calcaire un peu marneux gris bleu en bancs compacts de Sié-si-fé à :
Couchidium (Sieberella) galeatum Dalm.
Orthis striatula d'Orb.
Atrypa reticularis Linné
Cyathophyllum caespitosum Goldf.

d4b Calcaire gris bleu en bancs épais, écailleux par altération à la surface :
Stringocephalus Burtini Defr.
Uncites gryphus Schl.
Spirifer undiferus Roem.
Spirifer Thetidis Kays.
Strophalosia productoïdes Murch.
Spiriferina cristata Schl. var. *octoplicata* Sow.
Megalodon cucullatus Sow.
Murchisonia loxonemoïdes Whidb.
Murchisonia bigranulosa de Vern.
Murchisonia angulata Phill. var. *couoïdea* Mansuy
Murchisonia margarita Whidb.

Givétien (suite)

$d_4{}^b$ Calcaire blanc compact très dur où d'énormes Stringocéphales se détachent en sections :

Stringocephalus Burtini Defr. (formes géantes).
Uncites gryphus Schl.
Spirifer undiferus Roem.
Murchisonia loxonemoïdes Whidb.
Murchisonia bigranulosa de Vern.
Macrochilina arculata Schl.
Alveolites subaequalis M. E. et H.
Cyathophyllum caespitosum Goldf.

Frasnien

d_5 Calcaire blanc compact très dur faisant suite au précédent :

Rhynchonella procuboïdes Kays. var. *Longtungpeensis* Kays.
Orthothetes crenistria Phill.
Atrypa reticularis Linné
Alveolites suborbicularis Lmk.
Alveolites subaequalis M. E. et H.
Cyathophyllum hexagonum Mich.

$d_5{}^a$ Calcaire blanc compact dur :

Leiorhynchus sp.
Alveolites suborbicularis Lmk.
Alveolites subaequalis M. E. et H.

$d_5{}^b$ Calcaire blanc compact :

Rhynchonella Omaliusi Gosselet

$d_5{}^c$ Calcaire blanc sans fossiles, équivalent du calcaire rosé de Si-tché-yi, à :

Paradoceras globosum Munst.

$d_5{}^d$ Calcaire blanc à encrines de Mo-chien-tsin (calcaire des pitons) extrêmement riche en fossiles dont les bancs calcaires sont parfois pétris :

Spirifer curvatus v. Buch
Rhynchonella (Pugnax) pugnus Mart.
Atrypa aspera Dalm.
Atrypa reticularis Linné
Athyris concentrica v. Buch.
Orthis Richthofeni Kays.
Orthis striatula d'Orb.

Ainsi cette coupe nous montre un envahissement progressif par le faciès calcaire dans le Dévonien supérieur ; au contraire vers le N. dans la région de Lou-nan et de Ta-hi-ti nous verrons le facies calcaire compact disparaître peu à peu pour faire place à des dépôts gréseux ou marneux.

Pour compléter l'étude du Dévonien dans la région de Po-shi, il me resterait à décrire la coupe que j'ai relevée depuis le Tié-tchen-'ho jusqu'aux environs de Ta-ping-pou au N. de Po-shi ; cette description a déjà été faite (v. coupe fig. 22 atlas), je rappellerai que je l'ai prise pour type de la série dévonienne au Yun-nan parce que c'est la plus complète que l'on puisse y relever, puisqu'elle va sans interruption de l'horizon de Ki-tse-tchong à l'horizon à *Spirifer tenticulum*.

Au N. de Po-shi, de nouvelles bandes dévoniennes recoupent dans la région de Si-eul et de Nouo-tsou la vallée du Tié-tchen-'ho, toujours pourvues de la direction générale N. N. E. Les couches sont ici fréquemment interrompues par des brusques accidents tectoniques ; cependant de Si-eul à Nouo-tsou, on

peut relever une coupe à peu près suivie dans la vallée du Tié-tchen-'ho. Je la décrirai succinctement sans en donner le détail en indiquant seulement les gisements ayant de l'intérêt.

Coupe du Dévonien de Po-shi a Lou-fong-tsouen le long de la voie ferrée (1). En sortant de la plaine de Po-shi au Km. 299, on aborde dans la tranchée de la ligne ferrée des calcaires et des calcschistes avec mauvais fossiles, avec direction N. E., pendage S.E., c'est le Frasnien *d5b* ; à sa base des calcaires gréseux également N. E. avec pendage S.-E. apparaissent le long de la tranchée au Km. 300,200. J'y ai recueilli de magnifiques empreintes de plantes qui remplissent littéralement certains bancs ; notamment des troncs de *Sigillaria* de grosses dimensions :

Lepidodendron sp.
Sigillaria sp.

Au Km. 300.500, calcaire compact en petits bancs réguliers N.-E. sans fossiles. Vers le Km. 300,800 calcaire noirâtre avec calcite et fossiles non isolables ; c'est l'horizon à *Rhynchonella procuboïdes d5*. Un calcaire semblable se continue jusqu'au Km. 304 ; c'est l'horizon *d4b* à *Stringocéphales*. Ceux-ci sont si abondants qu'ils remplissent complètement la roche en certains points, on y recueille :

Stringocephalus Burtini Defr.
Uncites gryphus Schl.
Spiriferina cristata Schl. var. *octoplicata* Sow.
Atrypa aspera Dalm.
Cyrtina heteroclyta Defr.
Bellerophon striatus de Fer. et Vern.

On distingue ensuite une zone où les polypiers sont abondants :

Cyathophyllum caespitosum Goldf.
Chaetetes sp.
Favosites sp.

Jusqu'au Km. 307 à la maison d'équipe, ce sont toujours les calcaires durs, pourtant tenant un peu de marne dans leur composition, qui affleurent. C'est l'horizon *d3b* à *Nucleospira lakwanensis* Kays. ; au 305 après le viaduc vient un calcaire marneux décomposé que l'on voit mal et qui représente certainement *d3a*, c'est-à-dire l'horizon à Calcéoles ; l'horizon *d3* se voit aussi assez mal.

Près de Siao-'ho-keuou apparaît nettement dans la grande courbe que décrit la voie pour passer le torrent affluent du Tié-tchen-'ho, l'horizon *d2c* à *Actinopteria Deprati* Mansuy de 'He-mo, si reconnaissable ; le pendage est E. ou E. S. E. Après le passage du torrent les schistes jaunes écailleux *d2b* de l'horizon de Pa-mao-tseu, ici sans fossiles, apparaissent localement.

Puis à partir du km. 308 la ligne ferrée s'engage dans la formation d_1 de la base du Dévonien inférieur, formée de calcschistes marneux, de marnes fissiles, de grès bien lités plus ou moins marneux ou au contraire calcareux, roches vertes, rouges, blanches ou d'un marron qui, en certains points, les avait fait désigner sous le nom de « chocolat » pendant la construction de la ligne ferrée. C'est l'horizon puissant que nous avons déjà vu à Ki-tsé-tchong et que nous désignons du nom de ce village. La minceur et la régularité des lits, la présence d'abondants ripple-marks indiquent un dépôt d'eaux peu profondes ; en approchant de la halte de Si-eul les couches sont très contournées, les failles locales nombreuses. La vallée du Tié-tchen-'ho entaille cette formation par une gorge très profonde, aux versants rapides et les éboulements sont constants et désastreux pour la ligne ferrée enserrée entre la rivière et les hauts versants à parois presque à pic.

La ligne ferrée reste enfermée dans l'horizon de Ki-tse-tchong depuis le km. 309 jusqu'au 317.

Au 316, les lits deviennent très minces et très réguliers ; après une partie très faillée sur 500 m, on observe plus de régularité. Pendage toujours S. E.

---

(1) Je joins ici à mes observations celles de M. Mansuy qui a étudié en détail le parcours de la ligne ferrée

Vers 317, la gorge du Tié-tchen-'ho, et la ligne ferrée par conséquent, traversent la voûte d'un anticlinal qui, au 317,500, se montre à la hauteur de la voie et dont l'axe N. E. recoupe obliquement la vallée N. S. ; au-delà le pendage se fait en sens inverse de ce que nous avions observé jusqu'à présent, c'est-à-dire vers le N. O. Sur le Dévonien inférieur revient l'Eifélien formé des calcaires bleus noirâtres déjà vus, se recourbant en synclinal au km. 319, puis en nouvel anticlinal au 319,500 ; en ce point l'axe des plissements s'oriente localement N. S. Les conditions restent à peu près les mêmes jusqu'au km. 323, les couches étant faiblement ondulées ; la vallée traverse ainsi constamment l'Eifelien et le Givétien ; elle se transforme en canyon étroit aux hautes parois verticales dans la traversée des horizons de calcaire compact. La vallée étant creusée toute entière dans le Dévonien, les versants sont constitués par une série de couches marneuses ou marno-calcaires formant pentes rapides, alternant avec des à-pics constitués par les couches calcaires plus homogènes. Il en résulte que par suite de la rapidité de l'érosion due aux chutes d'eau très fortes en été et à l'approfondissement rapide dû aux mouvements épéirogéniques récents les couches marneuses constamment affouillées laissent en saillie les calcaires massifs qui se décollant par la base s'effondrent sans cesse sur la voie ferrée qu'ils surplombent, d'une hauteur parfois considérable et par masses souvent énormes. Les conditions restent identiques jusqu'au 339 où le Dévonien inférieur (horizon de Ki-tse-tchong) reparaît près de la maison d'équipe, le pendage étant invisible, puis se montrant vertical au 340, avec direction N. S. A Lou-fong-tsouen près du débouché de la vallée du Lou-nan-'ho dans le Tié-tchen-'ho les grès micacés cambriens à *Planolites* apparaissent, en même temps qu'aux hauteurs calcaires abruptes des gorges succèdent pour peu de temps d'ailleurs les hauteurs arrondies des argiles et grès micacés argileux à *Redlichia chinensis* Walcott.

Ainsi du km. 300, 500 jusqu'au 340 la ligne ferrée traverse sans interruption le Dévonien inférieur et le Dévonien moyen. Le Dévonien supérieur n'apparaît qu'au 299 où se montre seule la base de la série avec les horizons *d* 5 *b* et *d* 5.

Le Dévonien dans la région de Lan-nin-tsin et de Ta-me-ti.

La Mission Lantenois avait déjà rapporté de nombreux fossiles de cette région. Les bandes dévoniennes que nous avons étudiées dans la vallée du Tié-tchen-'ho, dans la région de Si-tché-yi, et entre Che-mo et A-ki-i, passent par Lou-fong-tsouen et Ta-me-ti. La fig. 3 (texte) nous a montré déjà la juxtaposition des formes de modelé différentes dans les calcaires du Dévonien moyen et du Dévonien supérieur. L'envahissement du Dévonien inférieur par le faciès de calcaire compact va se préciser dans cette région. On n'y observe nulle part de série complète du Dévonien, les grandes fractures de Lou-nan et de Lan-nin-tsin interrompant les séries, par ailleurs peu disloquées.

Coupe de Lou-fong tsouen a Hoa-keuou. — (Je ne décrirai en détail que les formations dévoniennes).

En sortant de Lou-fong-tsouen on trouve d'abord le Cambrien déjà décrit (p. 51), puis un anticlinal dévonien, prolongement N. N. E. de la bande dévonienne suivie entre Si-eul et Lou-fong-tsouen : d'abord, on recoupe le Dévonien inférieur (horizon de Ki-tse-tchong et de Si-eul) bien reconnaissable, malgré l'absence de fossiles (1) ; puis une bande Eifélienne disloquée, laminée, sans fossiles, à laquelle succède un retour de Dévonien inférieur avec une retombée Eifélienne de l'anticlinal avec pendage E. et plongée très forte. La partie supérieure offre un beau gisement Givétien déjà prospecté par MM. Lantenois et Mansuy en 1903 et au-delà duquel la faille de Lou-nan amène le contact brusque des poudingues du Permien supérieur ou des calcaires à *Doliolina lepida* du Permien moyen et du Givétien :

Stringocephalus Burtini Defr.
Cyrtina heteroclyta Defr.
Nucleospira takwanensis Kays. (rare)
Atrypa aspera Schl.
Athyris concentrica M. Coy
Kophinoceras sp.
Bellerophon striatus de Fer. et Vern.
Favosites sp.
Cyathophyllum sp.

(1) Noté comme Cambrien sur sa carte par M. Lantenois, erreur très compréhensible, puisque M. Lantenois n'avait pas eu l'occasion d'étudier ailleurs le Dévonien inférieur et que ce terrain présente avec certains horizons cambriens de grandes similitudes au point de vue lithologique.

Au-delà de la faille de Lou-nan on traverse la série des calcaires, poudingues et grès permiens (v. carte géologique et coupe fig. 51 atlas), puis le basalte recouvre le Permien qui apparaît par places sous la couverture éruptive ; avant Lan-nin-tsin une faille importante met le Permien ou le basalte en contact avee un calcaire verdâtre :

d 2 *b* (Horizon de Lan-nin-tsin), calcaires à :

Spirifer Jouberti Oehl. et Dav.
Pteriuea liueata Goldf.
Peronella sp.

Au-dessus vient une puissante série calcaire englobant tout l'Eifélien et le Givétien, dans laquelle les horizons se laissent difficilement délimiter par suite de la monotonie du faciès du haut en bas de la série formée de calcaire verdâtre ou gris bleu ; les intercalations marneuses se faisant rares. Nous retrouvons ainsi à l'E. l'envahissement par le faciès calcaire déjà observé à l'E. de Po-shi entre Che-mo et A-ki-i dans la région de San-kia et de Sié-si-fé. En se dirigeant à l'E. S. E. de Lan-nin-tsin sur la route de 'Hoa-keuou on traverse toute cette série de calcaires compacts plongeant très faiblement vers l'E. et formant un plateau semé de dépressions sans écoulement à fond de terre rouge de décalcification, très dénudé, où les calcaires affectent une allure ruiniforme marquée. Cette masse calcaire englobe les horizons *d* 3, *d* 3 *a* et *d* 3 *b*, ce dernier indiqué par des bancs de calcaire se décomposant en écailles et étudié à Sié-si-fé (p. 83).

*d*3*b* Calcaire noir en dalles se décomposant en écailles minces :

Couchidium galeatum Dalm.
Nucleospira takwauensis Kays.
Meristella Flayellei Mansuy

que surmonte :

*d*4 Calcaire gris :

Atrypa aspera Dalm.
Cyathophyllum caespitosum Goldf.

*d*4*a* et *d*4*b* ne se laissent pas séparer. La partie supérieure de *d*4*b* passe comme entre Sié-si-fé et Mo-chien-tsin à des calcaires blancs compacts. Du reste, nous sommes ici dans le prolongement septentrional de la même bande :

*d*4*b*. . . . . Calcaire noir ou gris bleu riche en Murchisonies et en sections de fossiles qu'on ne peut dégager et qui ne se laissent étudier que sur les surfaces travaillées par l'érosion :

Stringocephalus Burtini Defr.
Uncites gryphus Schl.
Orthoceras tenuilineatum Sandb.
Murchisonia angulata Phill.
Murchisonia margarita Whidb.
Murchisonia bigranulosa de Vern.

Calcaire blanc à sections d'énormes Stringocéphales et de Gastropodes qu'il est impossible de dégager :

Stringocephalus Burtini Defr.

On aborde ici le prolongement de la région des pitons de Mo-chien-tsin ; le facies calcaire a envahi toute la partie visible du Dévonien supérieur, de sorte qu'il est illusoire de chercher à établir la délimitation précise des régions. Tout le Frasnien *d*5 à *d*5*b* y est représenté par des calcaires blancs compacts à la base, en haut par l'horizon *d*5*d* de Mo-chien-tsin dans lequel en plusieurs points j'ai retrouvé la même faune que dans cette localité, dans de véritables lumachelles. Les gisements sont difficiles à désigner dans cette bande de calcaires pitonnants très déserte et où manquent les désignations de localités :

Spirifer curvatus v. Buch
Rhynchonella (Pugnax) pugnus Mart.
Atrypa desquamata Sow.
Atrypa aspera Dalm.
Atrypa reticularis Linné
Athyris concentrica v. Buch

Au-delà, à quelques kilomètres de 'Hoa-keuou, l'Ouralien repose transgressivement sur les calcaires *d5d* et le Dévonien disparaît complètement.

Entre Lan-nin-tsin et Po-shi, j'ai relevé de nombreuses coupes dans le Dévonien moyen et supérieur. Je n'insisterai pas pour éviter des redites. Je n'insisterai pas non plus sur les gisements fossilifères reconnus, très nombreux, et que j'ai dû en général grouper sur la carte avec un signe compréhensif, car je n'aurais pu porter tous ceux que j'ai relevés ; certains niveaux même sont fossilifères où qu'on les observe. Il en est ainsi par exemple de l'horizon à Stringocéphales qui renferme toujours une belle faune. Je citerai comme particulièrement intéressants les gisements autour de Che-tchai sur la route de Po-shi à Lou-khi, où l'on recueille d'énormes spécimens, magnifiquement conservés, de *Stringocéphales géants*, notamment dans le petit chemin creux avant l'entrée du village au S.

Coupe de Ta-me-ti au Hoa-tong-chann. La coupe que l'on peut relever à l'E. de Ta-me-ti, de ce village à la vallée du Mi-leu-'ho, est aussi très instructive. Les couches presque horizontales des calcaires frasniens à *Pugnax pugnus* de l'horizon de Mo-chien-tsin formant une zone de pitons plongent brusquement à Ta-me-ti sous des quartzites sableux sans fossiles représentant l'horizon *d5a* du Dévonien supérieur. Au-dessus vient une série de calcschistes sans fossiles déterminables, à débris d'encrines qui forment un faciès particulier des dépôts gréseux et schisteux fossilifères famenniens que nous verrons au N. dans la région de Ta-hi-ti. Le tout est très plissé comme le montre la fig. 26 (atlas). Puis dans la région de Tche-lou le Dévonien disparaît complètement jusqu'à Sin-tchai sous une couverture de Permien transgresssif. Le Dévonien ne reparaît qu'au-delà de Sin-tchai, mais en couches à peine ondulées. De Sin-tchai au bassin d'effondrement situé au pied O. du 'Hoa-tong-chann on recoupe une série descendante allant de l'horizon frasnien de Mo-chien-tsin jusqu'à l'Eifélien *d3b*. Mais ici le faciès calcaire compact envahit presque complètement cette série, comme dans la région de Mo-chien-tsin :

Frasnien.	*d5d*	Calcaire blanc à *Pugnax pugnus* (horizon de Mo-chien-tsin).	Calcaire blanc.
	d5c	Calcaire rosé compact à *Paradoceras globosum*.	
	d5b	Calcaire blanc à *Rh. Omaliusi*.	
	d5a	Calcaire gris clair.	
	d5	Calcaire noir à *Rh. procuboïdes*.	
Givétien.	*d4b*	Calcaire blanc à *Stringocephalus Burtini*. . . .	Calcaire bleuâtre, noir ou verdâtre.
	d4a	Calcaire à *Pentamères*.	
	d4	Calcaire à *Atrypa aspera*.	
Eifélien.	*d3b*	Calcaire compact à *Polypiers* et *Nucleospira takwanensis*.	

On recoupe cette série de calcaires de Sin-tchai à Ho-i. En général, ces calcaires peu plissés sont recouverts d'argiles rouges de décalcification, mais à travers lesquelles le substratum non altéré se laisse bien voir. Ils portent de belles forêts de pins. Les Lolos y cultivent des céréales, blé, seigle, là où ils ont défriché.

L'ensemble de cette série est poussé sur le Dévonien inférieur de l'horizon de Ki-tse-tchong qui apparaît en une bande étroite de Mo-tou-tsin au sud du 'Hoa-tong-chann. Les marnes et schistes bariolés de l'étage sont complètement écrasés, transformés en schistes marneux comprimés, d'aspect lustré, extraordinairement contournés comme on le constate facilement dans la montée de Ho-i au village lolo de Mo-tou-tsin. Le contraste est très remarquable entre l'allure tranquille du Dévonien moyen et supérieur en masses calcaires et le Dévonien inférieur gréso-marneux broyé ; il est hors de doute que c'est le déplacement latéral de l'énorme masse dévonienne calcaire qui a broyé ainsi le Dévonien inférieur ; ces considérations trouveront leur place dans la Tectonique.

Le Dévonien calcaire reparaît dans la masse du Hoa tong-chann dans les conditions indiquées par la fig. 26 (atlas). Le plongement des couches se fait ici vers le S. O., avec abrupt faillé vers l'O. Dans cette

énorme masse calcaire existe la série des horizons du Dévonien moyen et supérieur de $d4$ à $d5d$. Je crois inutile d'en donner le détail.

Le Dévonien dans la région de Lou-nan

La sous-préfecture de Lou-nan, placée dans l'angle formé par le Si-chann-ta-'ho et le Tié-tchen-'ho, c'est-à-dire la branche E. O. et la branche N. S. du Pa-ta-'ho, se trouve à l'E. d'Yi-léang. Elle se trouve sur une bande de Permien en contact par failles à l'est et à l'ouest avec deux larges bandes de Dévonien (V. carte géologique).

Bande dévonienne entre Lou-nan et Yi-léang. — Déjà traversée par M. Lantenois, cette bande offre un synclinal dans lequel on peut relever une bonne coupe continue. La direction du synclinal étant N.N.E. et la faille de Lou-nan qui le coupe nettement en biseau étant presque N., il en résulte que successivement le Dévonien inférieur, le Dévonien moyen et le Dévonien supérieur viennent buter contre le Permien de Lou-nan par l'intermédiaire de la faille.

En allant de Lou-nan à la plaine d'Yi-léang, on traverse les terrains suivants : 1° Permien supérieur gréseux et poudingues de Lou-nan ; 2° Dévonien ; 3° Cambrien. Le Permien et le Dévonien sont séparés par la grande faille de Lou-nan.

Le Dévonien est composé comme suit :

Dévonien supérieur..

$d6a$ Calcaires schisteux et marneux du plateau à [1] :
Atrypa arimaspus Eichw.
Atrypa cf. *Bodini* Mansuy
Rhynchonella letiensis Gosselet

$d6$ Calcaire schisteux et marneux sans fossiles (horizon à *Sp. Verneuili*).

$d5d$ Schistes marneux à *Pugnax pugnus* Mart.

$d5b$ Schistes marno-calcareux à :
Rhynchonella Omalinsi Gosselet
Athyris concentrica V. Buch
Spirifer undiferus Roem.
Favositella columnaris Mansuy

Dévonien moyen. .

$d5$ $d5a$ / $d4$ $d4a$-b / $d3$ $d3a$-b Série calcaire plus ou moins marneuse givétienne et eifélienne, avec mauvais fossiles écrasés. On reconnaît bien l'horizon eifélien $d3b$ avec :
Nucleospira takwanensis Kays.
Campophyllum sp.

et le Givétien $d4b$ avec :
Stringocephalus Burtini Defr. (en mauvais état).
Spirifer undiferus Roem.
Cyrtina heteroclyta Defr.

Les autres fossiles n'étant pas déterminables.

Dévonien inférieur.

$d2a$ Horizon de Pa-mao-tseu : *Retzia plicata* Mansuy
Série puissante de marnes et grès schisteux verts et rouges au dernier tiers de la descente sur la plaine d'Yi-léang. C'est l'horizon de Ki-tse-tchong.

$d2$ Schistes à *Sieberella Sieberi* V. Buch. var. *rectifrons* Barrande

A la descente sur la plaine d'Yi-léang, schistes marneux roses géorgiens très contournés à *Redlichia chinensis* Walcott.

---

[1] Déjà prospecté par M. Leclère. C'est un des rares gisements fossilifères trouvés lors de son voyage. La faune recueillie fut déterminée par M. le professeur Douvillé.

Bande dévonienne a l'E. de Lou-nan. — Cette bande offre un beau développement. En effet, entre la dépression de Tchao-koua et Tien-sen-kouang, elle présente une largeur totale de près de 30 kilomètres. L'ensemble est faiblement ondulé, mais pourtant localement s'observent de petits plissements accentués et nombreux. La fig. 26 (atlas) montre cette région figurée au 1 : 100000e ; on voit le Permien supérieur (marnes et grès gypsosalifères) indifféremment transgressifs sur tel ou tel horizon dévonien.

Dans la partie réservée à la description géographique, nous avons déjà montré l'allure de cette région et les variations topographiques engendrées par les diverses formations dévoniennes. Nous n'y reviendrons pas.

Les gisements fossilifères sont en général excessivement nombreux dans cette région. Je n'indiquerai que ceux que l'on rencontre le long de la route muletière de Tou-tsa à Tien-sen-kouang. Partout la déforestation est complète dans cette région de hauts plateaux désolés, et la terre végétale elle-même ne forme aucun obstacle pour la recherche géologique, car elle manque le plus souvent. Dans les calcaires marneux les fossiles se recueillent en général tout dégagés à la surface du sol.

Coupe de pa-mao-tseu a tchao-koua (de bas en haut) :

La série débute au village de Pa-mao-tseu par des marnes grises ou rosées presque tout de suite interrompues par une faille :

d_1 Marnes grises et roses (horizon de Ki-tse-tchong) sans fossiles, à pendage E.

d_2 Calcaire noir très dur à 200 m. de Pa-mao-tseu :

Conchidium (Sieberella) Sieberi v. Buch

d_{2a} Schistes jaune d'or écailleux à 400 m. de Pa-mao-tseu, de l'autre côté des rizières. Le chemin muletier les traverse :

Retzia plicata Mansuy
Limoptera inopinata Mansuy
Leiorhynchus sp.
Tentaculites irregularis Mansuy

d_{2b} Schistes marneux écailleux (horizon de Lan-nin-tsin) à :

Spirifer cf. *Jouberti* Oehl. et Dav.
Pterinea sp. ([1])

d_{2c} Schistes calcareux sans fossiles (horizon de 'He-mo).

d_3 Schistes et calcschistes violacés à :

Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.
Cyathophyllum helianthoïdes Goldf.
Favosites sphacricus Hall.
Aulopora tubaeformis Goldf.

d_{3a} Calcschistes rognonneux à :

Calceola sandalina Lmk.
Metriophyllum poshiense Mansuy
Endophyllum yunnanense Mansuy
Cystiphyllum americanum M. E. et H.
Cystiphyllum vesiculosum Phill.
Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.
Cyathophyllum cf. *helianthoïdes* Goldf.
Smithia Hennahi M. E. et H.

d_{3b} Calcaire marneux grumeleux à intercalations de marnes rognonneuses, formant les lignes de pitons à l'E. de Pa-mao-tseu :

Spirifer concentricus Schnur.
Nucleospira takwanensis Kays.
Conchidium (Sieberella) galeatum Dalm.
Atrypa explanata Schl.
Athyris concentrica v. Buch
Orthis striatula Defr.
Meristella sp.
Plectambonites rhomboïdalis Phill.
Megalanteris Archiaci de Vern.
Cyathophyllum Roemeri M. E. et H.
Cyathophyllum helianthoïdes Goldf.
Cyathopyhllum obtortum M. E. et H.
Cystiphyllum americanum M. E. et H.
Cystiphyllum vesiculosum Phill.
Pachypora polygonalis Mansuy
Aulopora tubaeformis Goldf.

([1]) Fragments d'une Ptérinée rappelant de très près *Pt. tamettosa* Sow. la forme classique européenne.

Les gisements sont extrêmement nombreux non seulement sur le chemin, mais partout à la surface du sol.

d_4 d_{3a} L'horizon à Stringocéphales affleure aussi dans de multiples endroits. Ce sont des calcaires marneux rognonneux entremêlés de bancs compacts épais d'une quinzaine de mètres, mais toujours un peu marneux. Les différents gisements prospectés ont offert la liste suivante :

Stringophalus Burtini Defr.
Uncites gryphus Schl.
Cyrtina heteroclyta Defr.
Spirifer undiferus Roem.
Spiriferina cristata Sch. var. *octoplicata* Sow.
Chonetes orientalis V. Loczy
Waldheimia Whidbornei Dav.
Camarophoria sseu-tchoanensis V. Loczy
Strophalosia productoïdes Murch.
Productella subaculeata Murch.
Athyris concentrica M. Coy
Cyrtoceras sp.
Megalodon cucullatus Sow.
Murchisonia loxonemoïdes Whidb.
Murchisonia bigranulosa de Vern.
Bellerophon striatus de Fer. et Vern.

d_5 C'est l'horizon le plus élevé qui affleure entre Pa-mao-tseu et Tchao-koua. Il offre de nombreux fossiles, notamment près de l'étang situé à mi-chemin de Tchao-koua et de Pa-mao-tseu. Ce sont des marnes calcareuses grumeleuses avec banc de calcaire noir marneux :

Rhynchonella procuboïdes var. *Longtungpeensis* Kays.
Orthis striatula d'Orb.
Streptorhynchus umbraculum Schl.
Atrypa aspera Dalm.
Atrypa reticularis Linné
Orthothetes crenistria Phill.
Productella subaculeata Murch.
Alveolites suborbicularis Lmk.
Alveolites subaequalis M. E. et H.
Cyathophyllum hexagonum Mich.

Au-delà, on traverse une petite vallée dans laquelle un mouvement anticlinal ramène les couches antérieures au jour par érosion de la clef de voûte. J'ai observé là un nouveau gisement des schistes jaunes marneux de l'horizon de Pa-mao-tseu ; j'y ai recueilli :

Retzia plicata Mansuy
Limoptera inopinata Mansuy
Leiorhynchus sp.
Tentaculites irregularis Mansuy
Spirifer sp.

La fig. 28 (atlas) montre le détail des couches de cet horizon. C'est une alternance de grauwackes jaunes et de schistes marneux jaunâtres avec schistes noirs écailleux et de très minces bancs calcaires, ne dépassant pas une dizaine de centimètres, très régulièrement intercalés et remplis de *Pachypora* sp. et de *Stromatopores*.

Au-delà de la traversée du vallonnement, on recoupe un lambeau de grès permien transgressif sur du Dévonien moyen, puis la descente sur Tchao-koua s'effectue dans le Dévonien moyen sculpté en pitons et masses ruiniformes : c'est le calcaire noir, verdâtre ou bleuâtre déjà vu à l'E. de Ta-me-ti et dans la région de Mo-chien-tsin. Ici encore le faciès calcaire envahit le Dévonien moyen, tandis que plus à l'O. vers Pa-mao-tseu les mêmes horizons offrent déjà des épisodes marneux ou calcaréo-marneux.

Dans la région de Tchao-koua une zone de fractures effondre le Carboniférien en l'amenant à l'E. au niveau du Dévonien moyen.

Coupe du Dévonien moyen de Tien-sen-kouang a Ta-hi-ti. — Le chemin muletier de Tien-sen-kouang à Ta-hi-ti traverse une vaste région de plateaux offrant une série dévonienne complète depuis les couches à Stringocéphales d_4b jusqu'à la partie la plus élevée du Dévonien supérieur d_6a. A l'E. de Tien-sen-kouang, au sommet de la montée on rencontre une faille (prolongement septentrional de la grande faille de Lan-nin-tsin), qui met en contact le Permien gréseux avec les calcaires du Dévonien moyen. Dès lors jusqu'à Ta-hi-ti on relève la coupe suivante (fig. 29 atlas).

Depuis la faille jusqu'à 2 Km. à l'O. de Ta-hi-ti, la route ne sort pas des calcaires à Stringocéphales ; les fossiles remplissent certains bancs et apparaissent tout dégagés dans des parties devenues d'aspect farineux par altération.

d_4b Calcaires à Stringocéphales formant un vaste plateau très monotone ; calcaires compacts noirs à la partie inférieure, blancs à leur partie supérieure ; recouverts d'argile rouge. Recueilli en divers points :

Stringocephalus Burtini Defr. (formes géantes remplissant complètement certains bancs).
Uncites gryphus Schl.
Spirifer undiferus Roem.
Cyrtina heteroclyta Defr.
Spiriferina cristata Schl. var. *octoplicata* Sow.
Athyris concentrica M. Coy
Cardiola migrans Barr.
Megalodon cucullatus Sow.
Modiomorpha Duponti Mansuy
Dolabra cf. *unilateralis* Sow.
Natica antiqua Goldf.
Macrochilina arculata Schl.
Pleurotomaria subimbricata M. Coy
Pleurotomaria delphinuloïdes Schl.
Murchisonia bigranulosa de Vern.
Murchisonia loxonemoïdes Whidb.
Murchisonia angulata Phill. var. *conoidea* Mansuy
Aulopora tubaeformis Goldf.

d_5 Calcaire marneux :

Rhynchonella procuboïdes Kays. var. *Longtungpeensis* Kays.
Orthis striatula d'Orb.
Orthothetes Phill.
Atrypa reticularis Linné
Productella sp.
Alveolites suborbicularis Lmk.
Cyathophyllum hexagonum Mich.

d_5a Marnes sèches écailleuses :

Leiorhynchus Deprati Mansuy

d_5b Marnes calcaires et schistes calcaréo-marneux :

Spirifer undiferus Roem.
Rhynchonella Omaliusi Gosselet
Productella subaculeata Murch.
Favositella columnaris Mansuy

d_5d Schistes gréseux en plaques colorées en brun rouge par la limonite :

Rhynchonella (Pugnax) pugnus Mart.
Spirifer curvatus V. Buch
Atrypa reticularis Linné
Athyris concentrica V. Buch
Orthis striatula d'Orb.

d_6 Calcschistes marneux alternant avec des schistes gréseux, à 500 m. à l'O. du village de Ta-hi-ti :

Spirifer Verneuili Murch. var. *yunnanensis* Mansuy
Spirifer curvatus Schl.
Productella Bourguignoni Mansuy
Rhynchonella (Camarotaechia) Convexa Mansuy
Rhynchonella (Pugnax) pugnus Mart.

d_6a Calcschistes jaunes à l'entrée O. du village de Ta-hi-ti, avec une belle faune [1].

Spirifer tenticulum de Vern.
Spirifer Verneuili Murch.
Atrypa aspera Dalm. var. *sinensis* Mansuy
Atrypa Douvillei Mansuy
Atrypa Bodini Mansuy
Atrypa arimaspus Eichw.
Atrypa desquamata Sow.
Conchidium acutilobatum Sandb.
Rhynchonella Huoti de Vern. et Kays.
Rhynchonella letiensis Gosselet
Rhynchonella gigantea Mansuy
Douvillina interstrialis Phill.
Cyathophyllum Douvillei Frech
Cyathophyllum Lantenoisi Mansuy
Chaetetes sp. [2]

---

[1] Ce gisement a été prospecté par M. Leclère. M. le professeur Douvillé en détermina une série de fossiles et conclut déjà au Dévonien supérieur.

[2] La plus grande partie de cette belle faune a été recueillie par M. Mansuy.

Cette coupe est, on le voit, très complète et très fossilifère. Le facies calcaire disparaît de la partie supérieure du Dévonien, tandis qu'au S. et au S. O. nous l'avons vu occuper seul toute la série ; ici il y a au contraire une tendance marquée à l'envahissement par les facies détritiques.

Il nous paraît inutile de multiplier la description des coupes dans cette région. L'itinéraire de Tien-sen-kouang à Sin-tsouen fournit aussi une bonne coupe avec des gisements fossilifères nombreux et riches. Je citerai surtout le gisement calcaire Givétien *d* 4 *b* entre Ko-kou-tsen et Tien-sen-kouan dans lequel M. Mansuy a recueilli :

Uncites gryphus Schl.
Stringocephalus Burtini Defr.
Modiomorpha Duponti Mansuy
Macrochilina arculata Schl.
Natica antiqua Goldf.
Murchisonia margarita Whidb.
Murchisonia angulata Phill.
Murchisonia angulata Phill. var. *conoïdea* Mansuy
Murchisonia bigranulosa de Vern.
Murchisonia loxonemoïdes Whidb.
Pleurotomaria delphinuloïdes Schl.

et sur la même étape le gisement de Dévonien supérieur d_6a également prospecté par M. Mansuy qui a trouvé dans des grauwackes appartenant à l'horizon de Ta-hi-ti une faune semblable près de Sin-tsouen :

Atrypa aspera Dalm. var. *sinensis* Mansuy
Atrypa Bodini Mansuy
Conchidium acutilobatum Sandb.
Rhynchonella letiensis Gosselet

CONSIDÉRATIONS SUR LES VARIATIONS DE FACIES DANS LE DÉVONIEN YUNNANAIS

Il ressort de ces diverses descriptions que le Dévonien offre au Yun-nan une puissance très considérable et en général présente dans ses différents horizons, dont nous avons pu délimiter jusqu'à 18, des faunes très riches. Le Dévonien inférieur que nous avons observé dans la région qui s'étend entre Lin-ngan et Po-shi et que nous avons retrouvé dans la région de Si-eul, à l'E. de Lou-nan et à l'E. de Ta-me-ti, ne nous a montré aucune variation sensible dans l'horizon de Ki-tse-tchong qui, de Lin-ngan à Ho-i, s'est toujours montré sous la forme d'énormes masses de schistes, de marnes, de grès marneux extrêmement bariolés, remplis de ripple-marks, éminemment pauvres en fossiles si l'on excepte l'horizon assez constant à Cypridines. Cet ensemble apparaît comme le produit d'une sédimentation rapide, dans une mer peu profonde, aux fonds changeant avec une grande promptitude ; l'absence complète de sédiments calcaires tant soit peu importants y est très remarquable et accompagne celle de polypiers ou d'algues calcaires. C'est avec l'horizon *d* 2 à *Conchidium Sieberi* qu'apparaît un horizon calcaire extrêmement constant qui se poursuit sous le même aspect de calcaire noir très dur de He-mo à Pa-mao-tseu.

Constant aussi est l'horizon *d* 2 *a*, celui des schistes jaunes écailleux marneux de Pa-mao-tseu qui, avec le même aspect et le même faune, se poursuit bien à travers tout le Yun-nan oriental. Pour l'horizon calcaire *d* 2 *b* à *Pterinea lineata* Goldf. et *Spirifer Jouberti* Oehl. et Dav. je ne sais s'il se poursuit dans la partie méridionale du Yun-nan parce que les dislocations tectoniques empêchent en tous cas, s'il existe, son apparition.

L'horizon de 'He-mo des grès jaunes grossiers à intercalations de calcaires à Stromatopores paraît très inconstant. Je ne l'ai pas retrouvé dans la région qui s'étend entre Yi-léang et Tchao-koua, sa faune à *Actinopteria Deprati* Mansuy ne paraît pas non plus vers le N.

Les différents horizons de la base de l'Eifélien se comportent de façon différente au point de vue des variations de faciès. L'horizon d_3 de la base, à polypiers, garde d'une façon générale son facies de schistes et calcschistes violacés ; de même l'horizon à *Calceola sandalina* reste formé partout de calcschistes marneux. L'horizon d_3b à *Nucleospira takwanensis* Kays. est marneux et calcaréo-marneux dans la région de Si-tché-yi et de Po-shi, mais à l'E. de cette dernière localité, dans la région de Mo-chien-tsin, il est remplacé par des calcaires compacts de couleur gris noir ou bleuâtre. Il en est de même des calcaires d_4 à *Atrypa aspera* Dalm. et *Cyathophyllum caespitosum* Goldf.

Cet envahissement par le facies des calcaires compacts se poursuit, comme nous l'avons vu dans la description détaillée des coupes, dans l'horizon à *Stringocéphales* et toujours à l'E et au N.-E. de Po-shi,

de sorte que lorsqu'on se dirige de la région de Si-tché-yi sur le Tié-tchen-'ho vers Lou-léang, on voit peu à peu l'Eifélien et le Givétien perdre leurs niveaux marneux, calcaréo-marneux, gréseux ou schisteux et le facies du calcaire compact tout envahir. De même le facies calcaire envahit le Givétien *d4b* à Stringocéphales dans la direction de Lin-ngan.

J'ai cherché à montrer ces variations de facies d'une façon schématique dans la fig. 30 (atlas).

Poursuivant cet essai de vue d'ensemble sur la sédimentation pendant le Dévonien au Yun-nan, nous allons chercher à résumer les faits caractérisant le Dévonien supérieur. Ici encore les variations de facies s'accusent fortement dans les diverses parties du Yun-nan oriental : on peut résumer en disant que dans la région de Lou-nan et de Ta-hi-ti, le Dévonien supérieur se montre d'une façon générale formé tout entier de dépôts gréseux, de marnes sèches écailleuses, de calcaires marneux, en somme d'un ensemble très détritique ; à mesure que l'on progresse vers le S. des lentilles et des bancs continus de calcaire blanc compact s'intercalent, gagnant en puissance et finissant par envahir toute la série entre Che-mo et Mi-leu ; puis si l'on suit ces formations vers A-mi-tchéou et Lin-ngan, on voit nettement le facies calcaire massif disparaître de nouveau. Donc, d'une façon générale, c'est dans la région située entre Che-mo et Mi-leu que le facies calcaire massif est prédominant depuis l'horizon eifélien *d3b* à *Nucleospira takwanensis* jusqu'au sommet du Dévonien supérieur.

Quels que soient les terrains qui se remplacent dans ces variations de facies, les descriptions locales, nous l'avons vu, ne nous montrent pas de changement dans les faunes de chaque horizon qui restent très constantes à travers tout le Yun-nan. Les Brachiopodes surtout se montrent richement représentés à tous les niveaux. Quelques horizons comme les calcaires à Stringocéphales se montrent riches en Gastropodes. Les Lamellibranches sont pauvrement représentés. Le fait le plus frappant est l'absence complète de Trilobites et l'extraordinaire pauvreté de la faune en Céphalopodes. Par contre les Polypiers offrent un développement considérable dans le Dévonien moyen.

RELATIONS DU DÉVONIEN YUNNANAIS AVEC CELUI DES DIVERSES RÉGIONS ASIATIQUES

Depuis un certain nombre d'années, nos connaissances sur le Dévonien se sont grandement accrues dans l'Asie sud-orientale par les travaux de divers savants. La découverte et la description du Dévonien moyen par V. Loczy au Sseu-tchoan, celle de dépôts dévoniens en Birmanie par Noetling, la description par F. C. Reed de la faune dévonienne des Etats Shans, la description par M. Mansuy de dépôts dévoniens au Tonkin, la trouvaille récente du Dévonien en Annam par le lieutenant Laval et nous, ont beaucoup augmenté l'extension de nos connaissances, déjà commencées par la découverte du Dévonien moyen et du Dévonien inférieur dans le S. O. de la Chine par les travaux de V. Richthofen.

Dévonien inférieur : On a attribué au Dévonien inférieur les couches à *Conocardium* et *Murchisonia* qui en Birmanie surmontent le Gothlandien (1). A Chitral un mélange de polypiers de Wenlock avec *Atrypa aspera* et *Athyris concentrica* a conduit à la même solution (2). Au Spiti, à Bashahr un calcaire siliceux à *Streptorhynchus umbraculum* et *Atrypa aspera* repose sur le Silurien supérieur (3). Au Tonkin, M. Mansuy a décrit une faune provenant de Cu-lé (feuille de That-khé) formée surtout de Ptéropodes, *Styliola clavulus* Barr., *Tentaculites subcochleatus* qu'il tend à considérer comme coblentzienne (4).

Dévonien moyen : Les formations du Dévonien moyen paraissent s'être largement étendues sur l'Asie sud-orientale. On sait qu'en Asie centrale les couches à *Stringocéphales* existent dans le Tien-chann, ainsi que des calcaires à *Stromatopores* (5). Dans l'Altyn Tagh, dans la partie O. des Monts Nan-chann (Monts

(1) Noetling, Gen. Rep. G. S. India, 1900.
(2) Hudleston, Geol. Mag., 1912, p. 49.
(3) Hayden, Mém. G. S. India, XXXVI (1904).
(4) Mansuy, Contribution à la Carte géol. de l'Indochine. Paléontologie 1908, p. 7 ; Hanoï.
(5) Suess, Beiträge zur Stratigraphie Central Asiens, Vienne, 1896.

Richthofen) le Dévonien moyen est représenté (1). Tous ces dépôts sont évidemment en liaison directe vers l'O. avec les calcaires méso-dévoniens de Bokharie, et les dépôts eifeliens à *Calceola sandalina* de la Haute-Arménie et de la région d'Ispahan (2). Vers le S. les états Shans du N. ont fourni des dépôts nettement méso-dévoniens, à *Calceola sandalina* (3) et qui ont été récemment l'objet d'une description paléontologique détaillée par F. Cowper Reed (4). Enfin depuis longtemps une riche faune méso-dévonienne a été décrite par Von Loczy (5) comme provenant de Hoa-ling pou, au Sseu-tchoan ; et Kayser a décrit en détail les formes du même âge trouvées par Von Richthofen dans la Chine méridionale.

Il me paraît intéressant de comparer ici les faunes du Dévonien moyen recueillies dans la Chine méridionale, d'une part par nous-mêmes, de l'autre par Von Loczy au Sseu-tchoan et Von Richthofen en divers points de Chine. Il nous est difficile de tenter une comparaison précise de nos horizons avec les formations indiquées par ces auteurs, car Von Loczy n'indique pas une série détaillée et Von Richthofen a recueilli une grande part de ses fossiles chez des pharmaciens chinois.

FAUNES DU DÉVONIEN MOYEN (6).

YUN-NAN	SSEU-TCHOAN (GISEMENTS DE HOA-LING-POU) ET DU PAI-SUI-KIANG (VON LOCZY)	RÉGIONS DIVERSES DE LA CHINE MÉRIDIONALE (RÉCOLTES DE RICHTHOFEN, GISEMENT DE TA-KOUAN-TING).
Céphalopodes : *Kophinoceras ornatum.*		
Brachiopodes : *Stringocephalus Burtini, Uncites gryphus, Spirifer undiferus*, Spirifer concentricus, Nucleospira takwanensis, Spirifer Thetidis*, Cyrtina heteroclyta, Spiriferina cristata* var. *octoplicata, Athyris concentrica, Atrypa reticularis, Atrypa aspera, Conchidium galeatum, Orthis striatula, Diclasma curvirostris, Waldheimia Whidbornei, Camarophoria ssen-tchoanensis, Plectambonites rhomboidalis, Strophalosia productoides, Productella subaculeata, Chonetes orientalis, Retzia yileangensis, Meristella Flayellei.*	*Spirifer aperturatus, Spirifer undiferus*, Sp.* cf. *elegans, Sp. Thetidis*, Atrypa* aff. *desquamata*, Chonetes orientalis*, Whitfeldia tumida, Atrypa* aff. *interstitialis, Waldheimia Whidbornei*, Conchidium galeatum*, Camarophoria sseutchoanensis*, Cam. ascendens.*	*Spirifer undiferus** var. *takwanensis, Nucleospira takawnensis*, Spirifer Chechiel, Atrypa desquamata*, Atrypa aspera* var. *sinensis, Orthis striatula*, Conchidium galeatum*, Rhynchonella parallelipipeda, Rhynchonella yunnanensis, Meristella plebeia Strophalosia productoïdes*.*
Lamellibranches : *Megalodon cucullatus, Dolabra* sp , *Dolabra* cf. *unilateralis, Modiomorpha Daponti, Cardiola migrans.*	*Megalodon* sp., *Cardiomorpha* aff. *concentrica, Actinopteria densiradiata.*	
Gastropodes : *Macrochilina arculata, Natica antiqua, Megalanteris Archiaci, Bellerophon striatus, Pleurotomaria delphinuloïdes, Murchisonia loxonemoïdes, Murchisonia bigranulosa, M. angulata, M. angulata* var. *conoïdea, M. margarita.*		
Polypiers : *Cyathophyllum Roemeri, Cyath. helianthoïdes, Cyath. obtortum, Cyath. caespitosum, Smithia Hennahi, Endophyllum yunnanense, Metriophyllum poshiense, Cystiphyllum americanum, Cyst. vesiculosum, Calceola sandalina, Favosites subregularis, Favosites sphaericus, Aulopora tubaeformis, Aul. repens, Pachypora polygonalis, Stromatopora* sp.	*Cyathophyllum Loczyi, Haplothecia chinensis, Favosites Goldfussi, Favosites reticulatus, Favosites asteriscus, Alveolites reticulatus, Striatopora clathrata, Monticuhpora* sp., *Stromatopora concentrica.*	*Chaetetes parasiticus, Aulopora repens*.*

(1) Obroutchew, Asie centrale, II, pp. 9-10.
(2) Frech et V. Arthaber, Beiträge zur Palæont. des Orients, 1900.
(3) Latouche, Geol. Surv. India Report, 1900-1901.
(4) F.-C. Reed, The Devonian faunas of the Northern Shan States, Pal. Ind. New series, Vol. II, Mem. 5.
(5) Von Loczy, in Reise des Grafen Bela Szechenyi in Ostasien, Palæont., Vol. III.
(6) Les espèces marquées d'un astéristique sont communes aux différentes provinces.

On voit par le tableau précédent que les listes fossilifères citées dans Loczy et Richthofen, bien que beaucoup moins considérables que la nôtre, offre un nombre très suffisant d'espèces communes.

Dévonien supérieur. — La série néo-dévonienne est connue dans l'Inde à Chitral où Hudleston a cité un calcaire à *Atrypa aspera*. Bien que cette région soit très éloignée de la nôtre, il y a des rapports fauniques marqués avec la Perse où le Dévonien supérieur d'Asterabad contient *Sp. Verneuili*, *S. Archiaci*, *Rhynchonella letiensis*, des *Productella*.

En Chine, on a trouvé *Sp. Verneuili* dans le Chansi. Richthofen cite une liste de fossiles provenant pour la plus grande part de Lung-tung-péi. C'est la seule qui soit assez abondante pour que nous puissions y comparer la nôtre .

Au Tonkin, M. Mansuy a cité de la région de Yên-lac une faune indiquant à la fois des niveaux appartenant au Dévonien moyen et au Dévonien supérieur d'après des fossiles recueillis par le Capitaine Zeil.

FAUNES DU DÉVONIEN SUPÉRIEUR

YUN-NAN	RÉGION DE LUNH-TUNG-PÉI (FRONTIÈRE N.-E. DU SSEU-TCHOAN ; GISEMENTS PROSPECTÉS PAR V. RICHTHOFEN)
Céphalopodes : *Parodoceras Münsteri.*	
Brachiopodes : *Spirifer tenticulum, Spirif. curvatus, Sp. Verneuili, Sp. Verneuili* var. *yunnanensis, Atrypa arimaspus, A. desquamata, Atrypa Douvillei, Atrypa Bodini, Conchidium acutilobatum, Rhynchonella pugnus, Atrypa reticularis, A. aspera, Athyris concentrica, Orthis striatula, Orthis Richthofeni, Camarotacchia convexa, Rhynch. letiensis, Rh. Hanburii (?), Rh. Huoti, Rh. procuboïdes* var. *longtungpeensis, Rhynch. Omaliusi, Orthothetes crenistria, Productella Bourguignoni, Pr. subaculeata.*	*Rhynchonella cuboïdes* var. *Longtungpeensis,* * *Rh. pugnus,* * *Rh. Hanburii,* * *Spirifer Verneuili,* * *Sp. officinalis, Cyrtina Murchisoniana, Orthis Richthofeni,* * *O. Mac Farlanei, Productella subaculeata,* * *Crania Cimacensis, Cr. obsoleta,*
Polypiers : *Alveolites suborbicularis, Alv. subaequalis, Cyathophyllum Douvillei, Cyath. hexagonum, Cyath. Lantenoisi., Favositella columnaris, Aulopora repens, Aul. tubaeformis.*	*Aul. tubaeformis* *.

AFFINITÉS DU DÉVONIEN YUNNANAIS

Si maintenant en dehors des rapports étroits avec les régions voisines nous recherchons les affinités du Dévonien yunnanais, nous verrons de suite qu'elles sont tout à fait grandes avec la plupart des horizons européens de même âge. Le Dévonien moyen surtout offre un facies rhénan caractérisé ; l'analogie est aussi très grande avec les dépôts du Dévonien moyen de l'Oural.

Le Dévonien inférieur à *Ptérinées*, *Pentamères*, *Tentaculites*, offre un cachet plutôt européen. Les grès de 'He-mo contiennent en abondance une forme de *Meristella* malheureusement indéterminable qui semblerait rappeler certains types de la même espèce de l'étage d'Helderberg aux Etats-Unis.

Le Dévonien moyen offre un cachet franchement européen. Si l'on met à part l'absence de Trilobites au Yun-nan, on constate que la faune de l'Eifélien yunnanais est à peu de choses près celle de l'Ardenne ; l'analogie est la même dans le Givétien dont la faune au Yun-nan présente son principal cachet dans la puissante assise à Stringocéphales où l'on rencontre les espèces du calcaire de Givet, de l'Eifel (Paffrath), du Nassau, de Westphalie.

Les rapports se montrent aussi étroits entre les dépôts méso-dévoniens de l'Oural et du Yun-nan. Dans la partie méridionale de la chaîne, dans les bassins de l'Ai et du Juresan, des couches à *Pentamères* à la base avec *Cyathophyllum caespitosum*, en haut à *Stringocephalus Burtini* rappellent la faune des sédiments du N. de l'élément tibétain, dans la Tethys septentrionale de Bailey Willis.

Le Dévonien supérieur se présente dans des conditions semblables et comme on a pu le constater dans la description détaillée des coupes locales, un grand nombre d'espèces recueillies dans cette province appartiennent à la faune néo-dévonienne de la région ardennaise.

Système Carbonifèrien.

Nos recherches nous ont montré un développement remarquable, en puissance verticale, des dépôts carbonifériens. Depuis la Mission Lantenois, nous savions que les dépôts ouraliens, déjà indiqués au Yun-nan par M. le professeur Douvillé d'après les échantillons de calcaires à Foraminifères rapportés par M. Leclère, occupent une grande extension. Nos propres études nous ont permis d'introduire dans l'Ouralien une série de divisions basées sur les horizons à Fusulinidés et en outre d'affirmer au Yun-nan la présence du Dinantien et du Moscovien et de montrer que les gîtes de houille de la région des grands lacs appartiennent à ce dernier étage et non à l'Ouralien. La présence du Moscovien au Yun-nan était restée chose douteuse à la suite de la Mission Lantenois, bien que M. Mansuy fût porté à y rapporter les couches à *Spirifer mosquensis* Fisch. trouvées par la Mission à Eul-kai. M. Lantenois à cet égard s'exprime ainsi : « Ce niveau (*à Sp. mosquensis*), très constant, a été rapporté d'une façon indubitable au Carbonifère. M. Mansuy penche pour l'attribution au Carbonifèrien moyen basée sur le fossile *Spirifer mosquensis* découvert à Eul-kai. Mais il y a lieu de remarquer la grande analogie que présentent les calcaires noirâtres du Yun-nan avec ceux du Tonkin, que M. Douvillé classe comme ouraliens d'après les Foraminifères, et malgré la présence du *Sp. mosquensis* signalé à la montagne de l'Eléphant, près de Haiphong. J'admets donc l'âge ouralien pour les calcaires noirs du Yun-nan». Nous montrerons plus loin que l'appréciation de M. Mansuy reste certainement la plus admissible, puisque nous avons retrouvé M. Mansuy et moi dans notre campagne de recherches de l'hiver 1909-1910 une série de couches moscoviennes surmontant l'étage à *Spirifer mosquensis*.

DINANTIEN

Les sédiments dinantiens du Yun-nan appartiennent à plusieurs horizons distincts, offrant chacun une faune différente. Malheureusement dans tous les points où nous avons pu observer des dépôts de cet âge ils se présentent dans des conditions tectoniques compliquées, appartenant en général à des écailles charriées, de sorte que leurs relations entre eux sont difficiles à établir.

On observe des dépôts dinantiens au N. du parallèle de Yun-nan-fou jusque dans la région du haut Fleuve Bleu (Kin-cha-kiang) ; ils existent également à l'E. de Po-shi, et d'Yi-léang, c'est-à-dire dans la région du Kwéi-tchéou. A l'O. du Tié-tchen-'ho, je n'en ai jamais observé. Je m'empresse d'ajouter qu'il est très possible que cet étage existe quand même vers l'O., en profondeur, sous la masse énorme de l'Ouralien et du Westphalien si développés à l'O. de la région des grands lacs, et dans des conditions telles que la base même du Westphalien en général n'affleure pas ; à plus forte raison encore le Dinantien s'il existe.

Nous décrirons par conséquent les différents affleurements dinantiens que nous avons rencontrés au Yun-nan en les traitant chacun séparément.

Absence de mouvements tectoniques entre le dévonien supérieur et le dinantien. — M. Lantenois, n'ayant pas rencontré d'affleurements dinantiens dans son voyage, envisagea l'hypothèse d'une lacune d'ordre stratigraphique entre le Dévonien supérieur et l'Ouralien. Dans les régions traversées par lui il observa que le Permien, et plus précisément l'Artinskien repose parfois directement sur le Dévonien, notamment dans la région de Lou-nan ; le fait est véridique. J'ai rencontré moi aussi, dans la région montagneuse du Wou-tsa-chann à l'O. de Po-shi, les calcaires ouraliens à *Neoschwagerina craticulifera* reposant directement tantôt sur le Dévonien moyen, sur le Dévonien inférieur, et même sur le Cambrien, dans les conditions où cela est représenté dans les coupes de la fig. 46 (atlas). *Mais cela ne prouve pas que le Dinantien n'ait pas existé*, tout au contraire nous montre qu'il a recouvert ces régions ; puis pendant l'émersion moscovienne de la région du Tié-tchen-'ho, le Dinantien fut enlevé par érosion, ainsi du reste que le Dévonien supérieur. Dans la chaîne du Wou-tsa-chann à l'O. de Po-shi le Dévonien supérieur

n'existe nulle part et pourtant il offre une épaisseur de 1.000m. à quelques kilomètres de là ; or, on ne peut douter pourtant qu'il n'y ait existé ; le raisonnement qui vaut pour le Dévonien supérieur serait le même et vaudrait pour le Dinantien même en l'absence d'arguments meilleurs ; mais ceux-ci nous sont fournis par la présence du Dinantien non seulement à 'Hoa-keuou près de Mi-leu, où il apparaît sous l'Ouralien, mais même près de Po-shi où un lambeau en est conservé dans une faille. *Il n'y a donc pas de lacune dinantienne dans le Yun-nan oriental.*

J'ai reconnu cinq horizons fossilifères différents dans le Dinantien du Yun-nan, malheureusement nulle série ne les offre tous les cinq. D'après les diverses coupes relevées on peut considérer ainsi de haut en bas :

E. — *h*v Calcaires de Tou-mou-nyi à *Martinia glabra*, *Productus Cora*.
D. — *h*iv Calcschistes noirs de 'Hoa-heuou à *Choncles papilionacea*, *Zaphrentis* sp.
C. — *h*iii Horizon des schistes jaunes marneux de 'Hoa-keuou à *Productella spinulosa*.
B. — *h*ii { *h*ii*b* Calcschistes de Tien-sen-kouang à *Productus striatus*. / *h*ii*a* Schistes marneux de Tien-sen-kouang et de Peu-kiao à *Productus undatus*.
A. — *h*i Grès et marneux bariolés à *Spirifer subconicus* de 'Hoang-i-tien.

A. — Grès et marnes bariolés à Spirifer subconicus (*h*i).

J'ai observé cet horizon en divers points au N. du parallèle de Lou-nan, mais presque toujours en discordance tectonique avec d'autres terrains.

Affleurements a l'E. d'Yi-léang. — J'ai trouvé ce niveau en deux points sur la route de Ta-koa à Yi-léang, faisant partie d'écailles plongeant vers l'O. N. O. Entre le village de Hoang-i-tien et celui de Siao-'houng-pou, plus près du premier que du second, une lame de Dinantien *h*i apparaît dans le Cambrien, dans les conditions représentées par la fig. 100 (atlas), l'ensemble des terrains plonge d'une façon très régulière vers le N. O. et de telle façon qu'on a au premier abord l'impression de rencontrer en allant de Ta-koa à Yi-léang une série régulière peu plissée ; l'examen détaillé fait rapidement disparaître cette impression et l'on constate que le Dinantien forme une lame chevauchant le Cambrien inférieur (schistes roses marneux micacés à *Redlichia chinensis* Walcott) et elle-même plongeant sous un angle assez faible sous une nouvelle lame cambrienne. Le sentier de Hoang-i-tien à Siao-houng-po permet d'observer facilement les couches en question. C'est un ensemble de grès marneux verdâtres, gris, ou marrons, alternant avec de petits lits de marnes sèches écailleuses, grises, verdâtres ou jaunâtres ; les lits gréseux ainsi que les petits bancs marneux qui les séparent n'offrent pas plus de quelques centimètres d'épaisseur ; les fossiles se rencontrent indifféremment dans les lits marneux comme dans les lits gréseux. Beaucoup d'entre eux sont difficilement déterminables par suite de leur altération. On y recueille en abondance :

Spirifer subconicus Mart.
Spiriferina insculpta Phill.
Rhynchonella angulata Linné
Orthis indt.
Proctus ellipticus Mansuy

Le même niveau reparaît entre Siao-houng-po et la grande descente sur la vallée de Tou-kia-houan qui mène à la plaine d'Yi-léang. La tectonique est toujours très compliquée. Le Dinantien *h*i y fait partie d'une lame qui comprend également du Moscovien (partie inférieure) et qui, poussée sur le Géorgien à *Redlichia chinensis* Walcott, est elle-même chevauchée par le Carboniférien supérieur calcaire. La fig. 100 (atlas) montre cette structure compliquée. L'ensemble des marnes et grès *h*i offre une épaisseur de plus de 200 m. et plonge vers l'O. sous les calcaires ; la vallée de Tou-kia-houan qui recoupe obliquement l'axe N. N. E. des plis et s'approfondit très rapidement permet de les étudier facilement. A la partie supérieure on observe un poudingue à éléments gréseux et ciment gréseux sableux bariolé. J'y ai recueilli en divers points :

Spirifer subconicus Mart.
Spiriferina insculpta Phill.
Productus cf. *striatus* Fisch. de W.
Rhynchonella angulata Linné
Chonetes papilionacea Phill.
Orthis indt.

Affleurement de la région d'Yi-long. — J'ai retrouvé l'horizon *h*I près de Yi-long, entre cette localité et le village de Siao-tang-tche ou Pan-chiao, situé à l'extrémité méridionale de la dépression de Siun-tien-tchéou. Il forme une écaille repliée en synclinal et poussée sur le Cambrien. J'ai déjà donné précédemment une coupe de cette région en décrivant le Cambrien (fig. 17 atlas) ; le facies est le même que dans la région de Siao-houng-po et de Hoang-i-tien ; c'est encore le même ensemble de minces lits de grès argileux bariolés avec intercalations de marnes sèches écailleuses bigarrées et contenant la même faune ; après le passage du ruisseau au-delà de Touen-touen-'ho, en allant vers Pan-chiao, j'ai retrouvé à la montée les mêmes espèces qu'entre Ta-koa et Yi-léang :

Spirifer subconicus Mart.
Spiriferina insculpta Phill.
Rhynchonella angulata Linné

Affleurements de la région de Tou-mou-nyi et de Lao-chou-to. — Le même horizon reparaît beaucoup plus au N., aux approches de la vallée du Haut Fleuve Bleu, toujours dans des conditions compliquées. Dans les grands ravins qui se creusent entre Chou-kou et Tou-mou-nyi affleurent les marnes et grès argileux bariolés *h*I pauvres en fossiles en très mauvais état. J'ai recueilli *Spirifer subconicus* Mart. au fond du ravin entre Chou-kou et Tou-mou-nyi. Le même terrain s'observe entre Lao-chou-to et le col de La-ni-tang, comme l'indique la fig. 113 (atlas), toujours avec le même facies. Une intense érosion antéouralienne a agi de telle façon que les dépôts dinantiens peuvent souvent manquer et qu'il y a alors contact direct par transgression des calcaires du Carbonifère supérieur avec le Cambrien sous-jacent, le Dinantien et même l'Ordovicien ayant été enlevés.

B. — Schistes marneux à Productus undatus (*h* II *a*) et Calcschistes à Productus striatus (*h* II *b*)

Cet horizon a été rencontré uniquement à l'E. d'Yi-léang, sur la route qui mène de cette sous-préfecture à la localité de Tou-tza, dans une bande à l'E. de Tchao-koua et dans une autre zone d'affleurements dirigée N. N. E., passant légèrement à l'ouest de Tien-sen-kouang. Cette dernière ligne d'affleurements a fourni le gisement le plus intéressant.

Affleurements a l'O. de Tien-sen-kouang. — A 1 km. environ en ligne droite à l'O. de Tien-sen-kouang l'Ouralien à *Schwagerina princeps* Ehr. repose directement sur une série de schistes marneux plongeant en voûte anticlinale régulière, comme le montre la fig. 33 (atlas). L'ensemble de la coupe de la région de Tien-sen-kouang est des plus instructifs : le Dinantien h_{II} s'y montre recouvert transgressivement en discordance par l'Ouralien qui débute par l'horizon h_8 à *Schwagerina princeps* ; et qui se continue sans transition brusque par les calcaires artinskiens à *Spirifer Blasii* ; sur le tout repose également transgressivement le Permien supérieur formé d'argiles bariolées et de grès sableux de teinte généralement rougeâtre. La fig. 33 (atlas) montre très nettement ces deux transgressions. L'étage h_{II} se subdivise en deux horizons :

h II *b* Calcschistes marneux à *Productus striatus* Fisch. de Waldh.
h II *a* Grès rougeâtres et schistes marneux fissiles à *Productus undatus* Defr.

Horizon h_{IIa} : L'horizon h_{IIa} à *Productus undatus* Defr. affleure seul à l'O. de Tien-sen-kouang où il est surmonté directement par un mince banc de grès rougeâtre ; l'érosion a supprimé le niveau $h_{II}b$. Il est formé de schistes marneux excessivement fins, se délitant en petites plaquettes molles, ce qui rend difficile le transport des fossiles très fragiles. Il se subdivise ainsi :

hua { 2. Schistes marneux fossilifères.
1. Grès rougeâtres sans fossiles.

La teinte fondamentale des schistes marneux est noire, mais par altération superficielle ils deviennent d'un blanc nacré ou jaunâtres. J'y ai recueilli sur le chemin même de Tien-sen-kouang à Ho-mo-tchan :

Productus undatus Defr.
Productus Nystianus de Kon. var. *Lopingensis* Kays.
Orthothetes crenistria Phill. var. *cylindrica* M. Coy
Polypora megastoma de Kon.
Polypora sp.
Fenestella perelegans Meek
Cyathocrinus sp.
Poteriocrinus sp.

Au S. du gisement précédent, à 800 m environ, j'en ai retrouvé un autre qui m'a fourni la même faune.

Affleurement a l'O de Ho-mo-tchan. — A 2 km. environ en ligne droite à l'O. du village de Ho-mo-tchan, sur la route de Tien-sen-kouang à Yi-léang, un petit lambeau des schistes marneux *hua* s'observe à la faveur d'une faille. J'y ai recueilli :

Productus undatus Defr.
Productus Nystianus de Kon. var. *Lopingensis* Kays.
Orthothetes crenistria Phill. var. *cylindrica* M. Coy
Fenestella perelegans Meek
Poteriocrinus sp.

Affleurements a l'E. de Tchao-koua. — Entre Tchao-koua et Tou-tza le même horizon forme une bande d'affleurements orientés N. N. E. ; le sentier muletier qui mène à Tou-tza les traverse : par endroits, sous les calcaires ouraliens ou permiens, apparaissent des schistes décomposés qui, à environ 4 km. de Tchao-koua, forment un petit anticlinal. Dans ces schistes, dont certains lits sont argileux avec traces de charbon, on recueille des fossiles en très mauvais état :

Orthothetes crenistria Phill.
Productus indt.
Orthis indt.

A quelques kilomètres au S. S. O. la même ligne d'affleurements passe près de Peu-kiao. M. Mansuy y a recueilli :

Orthothetes crenistria Phill. var. *cylindrica* M. Coy
Productus undatus Defr.
Athyris subtilita Hall

Horizon $h_{II}b$: Il affleure au milieu même du village de Tien-sen-kouang, sous les calcaires ouraliens, sous forme de calcschistes noduleux dans lesquels M. Mansuy a trouvé les fossiles suivants :

Productus striatus Fisch.
Pleurotomaria (Mourlonia) Cayeuxi Mansuy
Euomphalus crotalostomus M. Coy
Naticopsis neritinoïdes Mansuy

Dans la plaine de Lou-nan, un peu avant Lo-a-tien, on observe la série suivante sous les calcaires permiens (1) :

$h_{II}b$ Calcschistes marneux noduleux.
$h_{II}a$ { Schistes argileux.
Grès rougeâtres.

Les schistes argileux contiennent :

Orthothetes crenistria Phill. var. *cylindrica* M. Coy
Productus undatus Defr.

(1) Observation faite également par M. Mansuy.

L'horizon $h_{II}\,b$ renferme :

Productus striatus Fisch.
Pleurotomaria (Mourlonia) Cayeuxi Mansuy
Euomphalus crotalostomus M. Coy

Ainsi d'une façon générale, dans la région de Lou-nan et de Tien-sen-kouang, partout où on peut observer les terrains au-dessous de la base de l'Ouralien, on voit affleurer la série des niveaux de l'étage h_{II} ; le Moscovien et toute la partie inférieure de l'Ouralien y manquent.

C. — Horizon des schistes marneux à Productella spinulosa (h_{III})

Je n'ai observé cet horizon que dans les environs de 'Hoa-keuou, au N. N. O. de la préfecture de Mi-leu où il offre une épaisseur d'environ 80 m. A l'entrée de la cluse de 'Hoa-keuou, il se présente en série renversée, le Dinantien chevauchant l'Ouralien h_7 à *Fusulina multiseptata* Schellw. (fig. 34 atlas).

Les schistes de cet horizon, très marneux, gris ou de teinte rosée, remplissent presque toute la vallée entre les villages de 'Hoa-keuou et de San-kin-tsouen ; l'ensemble est très plissé. On les suit vers le haut de la vallée dans la direction du N. N. E., puis ils disparaissent sous les calcaires ouraliens ; de même au S. on les voit disparaître sous les alluvions récentes.

Plusieurs gisements fossilifères ont été reconnus, malheureusement ces schistes marneux sont tellement mous et friables qu'on ne peut en extraire les fossiles qu'avec les plus grandes difficultés ; j'y ai recueilli, en divers points autour de 'Hoa-keuou, une faune très incomplète par suite de ces circonstances défavorables, d'autant plus regrettables que l'horizon paraît contenir une faune très abondante.

C'est à l'entrée de la cluse de 'Hoa-keuou qu'on observe la série la plus nette, mais, comme il a déjà été indiqué, les termes se présentent en sens inverse de ce qu'on observerait normalement, par suite du renversement des couches. En réalité on a de bas en haut :

Ouralien transgressif débutant par un poudingue.

Dinantien. . . .	h_{IV}	Calcaire noir à *Chonetes papilionacea*.	40 m.
	h_{III}	Schistes jaunes ou rosés marneux très tendres, fossilifères	50 m.
		Schistes jaunes marneux remplis de bancs réguliers de petits galets. .	20 m.

Les schistes jaunes marneux contiennent :

Glyphioceras sp.
Productella spinulosa Sow.
Aviculopecten Dupontesi Mansuy
Polypora sp.

D. — Horizon des calcaires noirs à Chonetes papilionacea (h_{IV})

'Hoa-keuou. — Stratigraphiquement au-dessus des schistes marneux de 'Hoa-keuou à *Productella spinulosa* Sow. vient un calcaire noir souvent gréseux, d'apparence très compacte, qui à l'air se décompose rapidement en donnant naissance à de minces écailles rugueuses superposées. On l'observe facilement à l'entrée O. du village de 'Hoa-keuou, au sortir de la cluse, où les bancs calcaires h_{IV} reposent anormalement par renversement sur l'Ouralien. Les fossiles s'extraient difficilement du calcaire. On y observe, surtout en montant derrière le village :

Chonetes papilionacea Phill.
Productus striatus Fisch.
Lophophyllum sp. indt.
Zaphrentis sp. indt.

L'ensemble de l'assise offre environ 40 m. d'épaisseur.

Affleurement de Chan-keuou au N. N. O. Po-shi. — Je désigne cet affleurement sous le nom du village de Chan-keuou, malgré qu'il en soit à environ 2 km. 500 au N. N. E. sur la route de Lou-khi ; le gisement se trouve à la traversée du torrent, à peu de distance d'une montée assez rapide dans le Dévonien moyen. Les calcaires noirs dinantiens forment ici un petit lambeau pincé dans une faille qui le met en contact avec le Dévonien moyen. Ce sont encore les calcaires noirs gréseux s'altérant en écailles ; dans ces dernières on recueille en abondance :

Chonetes papilionacea Phill.

en beaux échantillons très bien conservés. C'est le seul fossile que l'on observe. (1).

E. — Calcaire de Tou-mou-nyi à Martinia glabra (*hv*)

Je n'ai observé cet horizon que dans la région avoisinant le haut Fleuve Bleu, à proximité du confluent du Pou-t'ou-'ho avec le grand fleuve : au fond du ravin de Tou-mou-nyi, le sentier de Lao-chou-to s'élève sur une masse de calcaires gris-blancs durs, dans lesquels j'ai recueilli :

Martinia glabra Mart.
Productus Cora d'Orb.
Orthothetes crenistria Phill.
Endothyra crassa Brady

Ce calcaire repose là sur la série des marnes et grès marneux bigarrés à *Spirifer subconicus h* 1.

Résumé de la succession des dépôts dinantiens au Yun-nan.

Je résumerai de la façon suivante la distribution et la succession des dépôts dinantiens au Yun-nan avec la faune de chaque horizon.

Région du haut fleuve Bleu ; environs d'Yi-léang, d'Yi-long, etc.	Région de Lou-nan et de Po-shi.	Région de 'Hoa-keuou.
hv Calcaires de Tou-mou-nyi à *Martinia glabra*, *Productus Cora*, *Orthothetes crenistria*, *Endothyra crassa*		
	hiv Calcschistes noirs de 'Hoa-keuou, de Chan-keuou, de Je-chouei-tang, à *Chonetes papilionacea*, *Productus striatus*.	
		hiii Schistes jaunes marneux de 'Hoa-keuou à *Glyphioceras*, *Aviculopecten Dupontesi*, *Productella spinulosa*, *Polypora* sp.
	hiib Calcschistes rognonneux de Tien-sen-kouang et Lo-a-tien à *Productus striatus*, *Mourlonia Cayeuxi*, *Euomphalus crotalostomus*, *Naticopsis neritinoides*.	
	hiia Grès rouges sans fossiles et schistes marneux de Tien-sen-kouang, Lo-a-tien, Peu-kiao, Ho-mo-tchan, à *Productus undatus*, *Pr. Nystianus* var. *Lopingensis*, *Orthothetes crenistria* var. *cylindrica*, *Polypora megastoma*, *Fenestella perelegans*, *Poteriocrinus* sp., *Cyathocrinus* sp.	
hi Marnes écailleuses et grès marneux à *Spirifer subconicus*, *Spiriferina insculpta*, *Rhynchonella angulata*, *Orthis* sp., *Proetus ellipticus*.		

(1) Un exemplaire en a été figuré par M. Mansuy.

Ainsi de l'exposé précédent il résulte que, pendant la plus grande partie du temps qui vit s'effectuer la sédimentation des dépôts du Carbonifèrien inférieur, ce sont des formations détritiques qui ont pris naissance. Le faciès des grès marneux bariolés des couches à *Spirifer subconicus* rappelle étrangement celui des couches à *Ptychoparia* du Cambrien ; c'est le même faciès de sédimentation de mers à fonds instables et peu considérables. Ce caractère détritique persiste pendant le dépôt des grès rouges h_{IIa}, des schistes marneux h_{IIb} à *Productus undatus* et des schistes marneux h_{III} à *Productella spinulosa* plus ou moins gréseux remplis de petits cordons de galets et de sables à la base. Le facies des calcschistes noirs gréseux h_{IV} n'indique pas non plus des fonds de mer tranquilles. Il faut arriver à l'horizon h_V pour trouver des conditions de dépôt moins troublées, en effet c'est exclusivement le faciès calcaire qui y est représenté, avec disparition des facies argilo-arénacés.

RAPPORTS DES DÉPOTS DINANTIENS DU YUN-NAN AVEC CEUX DES RÉGIONS ASIATIQUES ENVIRONNANTES

Les dépôts de cet âge jusqu'à présent sont assez mal connus dans l'Asie centrale et méridionale, mais cependant nous possédons à l'heure actuelle assez de renseignements pour nous rendre à peu près compte de l'extension des eaux marines à cette époque.

Yun-nan occidental : V. Loczy a signalé de Wo-si-'ho dans la région de Young-tchang-fou, entre Ta-li-fou et Bhamo, c'est-à-dire non loin de la frontière birmane, la faune suivante : (1)

Productus sp.
Productus yunnanensis Loczy
Productus punctatus Mart. var. *elegans* M. Coy
Chonetes papilionacea Phill.
Orthothetes crenistria Phill.
Poteriocrinus sp.
Zaphrentis Beyrichi Rothpl.
Fusulinella Struvii Moll.
Spirillina irregularis Moll.
Spirillina plana Moll. var. *patella* Lorenth.
Spirillina subangulata Moll.
Spirillina chinensis Lorenth.
Tetrataxis conica Ehrb.
Tetrataxis conica var. *gibba* Moll.
Endothyra Bowmanni Phill.
Endothyra parva Moll.
Cribrospira Panderi Moll.

Cette faune offre des affinités évidentes avec celle du Dinantien du Yun-nan oriental. Un certain nombre d'espèces sont communes ; si l'on envisage les autres, on constate qu'elles offrent un cachet généralement carbonifèrien inférieur : *Productus yunnanensis* Loczy est à rapprocher de *Pr. corrugatus* M. Coy du Dinantien anglais (2).

Productus punctatus appartient au même horizon. La faune de Foraminifères n'apporte pas une preuve décisive en faveur de la détermination d'âge et indique un horizon aussi bien dinantien que moscovien inférieur. Quant à *Zaphrentis Beyrichi* Rothpl. c'est une espèce du permocarbonifère de Timor. Je suis donc porté à paralléliser cette faune avec celle du Dinantien du Yun-nan oriental et surtout avec l'horizon de Tien-sen-kouang.

Yun-nan tibétain : De Tchong-tien, au N.-N.-O. de Li-kiang, non loin du haut Kin-cha-kiang, V Loczy a cité une faune intéressante (3).

Phillipsia sp. ind.
Productus semireticulatus Mart.
Productus aculeatus Mart.
Aulosteges sp. ind, aff. *Medlicottianus* Waag.
Martinia glabra Mart.
Archaediscus sp.
Climacammina Bradyi Moll.
Endothyra sp.
Cribrospira sp.

(1) V. Loczy, sp. cit. p. 188 et 202.
(2) Observations de Von Loczy.
(3) Von Loczy : op. cit. p. 204.

Cette faune se rapproche de celle de Tou mou-nyi. *Aulosteges* aff. *Medlicottianus* est une forme cosmopolite qui, comme le fait remarquer V. Loczy, s'observe à travers tout le système carboniférien. *Martinia glabra* Mart. indique plutôt le Dinantien et se trouve également dans le calcaire de Tou-mou-nyi. *Productus semireticulatus* de Tchong-tien rappelle d'après V. Loczy la forme du calcaire à Productus inférieur de l'Inde.

Entre Ta-tsien-lou et Ba-tang, les couches à *Posidonomya Becheri* Braun du Culm signalées par V. Loczy semblent indiquer également le Dinantien.

Kwei-tchéou : Dans la province du Kwéi-tchéou qui fait frontière avec le Yun-nan oriental, M. le professeur Douvillé a signalé *Orthothetes crenistria* dans le gisement de Lan-mou-tchang dont les schistes peuvent être dinantiens, bien que ce fossile soit insuffisant pour les dater, puisqu'il existe aussi bien dans les calcaires à *Sp. mosquensis* yunnanais (1).

Kwen-lun : Au N. des gisements précédents dans le Nan-chann au nord du Kou-kou-nor une série de gisements carbonifériens ont été étudiés par V. Loczy qui cite des localités de San-ta-chien, Teng-tian-tchiong, Kan-tchou-fou, les espèces suivantes :

Productus Cora Mart.
Productus giganteus Mart.
Chonetes comoïdes Sow.
Fusulinella Struvii Moll.
Endothyra sp.
Climacammina sp.

à reporter très probablement au Dinantien.

Kan-sou : Presque dans la même région le beau gisement du Bardoun (1) est à rapporter au Dinantien ; ses affinités sont grandes avec le Dinantien russe. Il a fourni :

Productus giganteus Mart.
Productus punctatus Mart.
Orthothetes crenistria Phill.
Endothyra crassa Brady
Fusulinella Struvii Möll.
Leperditia Okeni Münst.
Bairdia curta M. Coy
Bairdia plebeia Reuss
Bairdia brevis J. et K.
Bairdia ampla Reuss
Bairdia amputata J. et K.
Bairdia subelongata J. et K.
Bairdia Hisingeri Münst.
Bythocypris cuneata (?) J. et K.
Bythocypris bilobata Münst.
Spiriferina cristata var. *octoplicata* Sow.
Martinia glabra Mart.
Dielasma sacculus Mart.
Terebratula hastata Sow.
Athyris globulavis Phill.
Syringopora mongolica Wen.
Chaetetes radians Eichw.
Endothyra Bowmani Phill.
Endothyra globulus Eichw.
Bradyina Potanini Wen.

Une partie de cette faune rappelle celle des calcaires de Tou-mou-nyi. Du Nan-chan provient aussi une faune à *Endothyra* et *Lithostrotion* (2) et les calcaires noirs à *Saccamina Carteri* de la région des sources du Hoang-'ho et les couches à *Productus striatus* de la chaîne Richthofen (Obrutchew).

Nord du Kwen-lun : Le Dinantien marin reparaît avec un faciès très voisin dans les monts Tien-chan, dans plusieurs gisements : ainsi près de Bash-Sogon, dans le Kok-Taou, un calcaire foncé a donné (Stoliczka 1874) (3).

Chonetes comoïdes Sow.
Orthothetes crenistria Phill.
Cyathophyllum concinnum Lonsd.

---

(1) Wenjukow : Bull. Soc. Belge de Géologie, Bruxelles, 1888, Proc. Verb. p. 301, et Verhandl. d. k. russisch., 1889, 2 sér. Bd. XXV., p. 210-227.

(2) Scheliwien in Futterer. *Durch Asien*, III, 1903.

(3) E. Suess : *Beiträge zur Stratigraphie von Centralasien*. Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. LXI, p. 437-430 (9-11) et 431-458 (23-30).

Dans la même chaîne, au Tcholtagh, au Khan-Tengri, (1) on observe une faune analogue ; Mo'tchke-tow et Romanoswski ont cité *Productus giganteus* Mart.

Dans le Tien-chan et le Tsin-ling occidental les faciès continentaux à *Knorria* et *Lepidodendron* indiquent des éléments émergés.

Sseu-tchoan et Hou-pé : D'une série de localités situées sur la frontière mitoyenne du Sseu-tchoan et du Hou-pé, Richthofen a rapporté une faune de polypiers que Frech (2) a classée comme dinantienne :

Zaphrentis Delanouei M. E. et H.
*Zaphrentis Gueranger*i M. E. et H.
Zaphrentis spinulosa M. E. et H.
Lousdaleia aff. *satinaria* Waag.
Michelinia favosa Goldf.
Syringopora ramulosa Goldf.
Fistulipora minor M. Coy

Chan-tong : La localité de Po-chan-sien dans la province du Chan-tong a fourni une faune à caractère viséen très affirmé et avec laquelle les affinités du calcaire de Tou-mou-nyi du Yun-nan oriental sont bien marquées. Le gisement de Po-chan-sien a donné :

Martinia glabra Mart.
Orthothetes crenistria Phill.
Productus semireticulatus Mart.
Productus punctatus Sow.
Productus sublaevis de Kon.
Productus Humboldti d'Orb.
Productus longispinus Sow.
Productus giganteus Mart.
Productus granulosus Phill.
Bellerophon hiulcus Sow.
Loxonema Walciodorense de Kon.
Macrocheilus intermedius de Kon.
Phymatifer pugilis Phill.
Naticopsis cf. *globulina* de Kon.
Orthoceras sp.

La liaison de ces différents gisements carbonifériens de Chine est bien indiquée ainsi et il apparaît que l'extension du Dinantien a été considérable ; on doit admettre que les eaux marines de la Tethys septentrionale représentée par les dépôts dinantiens de la région du Kwen-lun et de la Tethys méridionale (calcaire du Spiti, Muth, Kuling dans l'Himalaya), passant au N. et au S. de l'élément tibétain probablement émergé, s'étendaient ensuite largement sur la Chine centrale et méridionale.

On n'a pas indiqué jusqu'à présent de dépôts de liaison entre les dépôts dinantiens du centre asiatique et ceux des îles de la Sonde, liaison qui existe pourtant à peu près sûrement ; les affleurements yunnanais indiquent déjà une série de jalons vers le sud.

J'ajouterai, sans avoir pu approfondir la question que je compte reprendre, que je crois, mais ceci n'est qu'une hypothèse, que le Dinantien argilo-gréseux à *Spirifer subconicus* est représenté dans le complexe dynamométamorphique du Nan-ti et probablement dans les sédiments gneissifiés tonkinois.

MOSCOVIEN

Les dépôts du Carboniférien moyen atteignent au Yun-nan une épaisseur énorme. Les auteurs précédents ont en général méconnu leur identité. M. Leclère (3) l'a groupé avec les autres terrains tels que Cambrien, Dévonien, et a tout dénommé en bloc Permo-trias. La Mission Lantenois a reconnu la présence de calcaires moscoviens à Eul-kai ; M. Lantenois dans son Mémoire hésite cependant sur leur attribution exacte penchant plutôt pour l'Ouralien, guidé dans cette opinion par la grande analogie que présentent certains calcaires noirs yunnanais avec les calcaires noirs ouraliens tonkinois ; mais la présence au-dessus des calcaires noirs d'Eul-kai à *Spirifer mosquensis* de puissantes masses de calcaire qu'il faut encore attribuer au Moscovien, comme l'horizon de Chouéi-tang ou celui de Lo-a-tien qui présentent même encore

(1) Keidel in Merzbacher : Pet. Ergänz. n° 149, 1904.
(2) Fr. Frech : Neues Jahrb. fur. Miner. 1895. Bd. I., p. 53.
(3) *Etude géographique et minière des provinces voisines du Tonkin.*

dans leur faune des affinités dinantiennes, doivent définitivement faire classer les premiers dans le Moscovien, par ailleurs du reste très semblable à celui décrit par Loczy dans le Kwen-lun. Ces calcaires moscoviens sont précédés stratigraphiquement par une énorme série gréseuse dans laquelle interviennent de nouveaux accidents calcaires. Sur sa carte M. Lantenois a marqué cet ensemble entre Lin-Ngan et Eul-Kai comme « Carbonifère présumé ». Ici les observations de M. Lantenois n'ont pu qu'être forcément incomplètes, puisque des recherches prolongées n'ont pu être faites par sa Mission à qui les circonstances imposaient un tracé spécial.

A côté de ses observations très suggestives et très scrupuleuses, M. Lantenois a émis une appréciation que mes recherches ne me permettent pas de conserver ; du reste la chose est d'importance relative ; il faut cependant la souligner parce qu'elle pourrait conduire à des confusions. Il dit (Mission géologique et minière du Yun-nan méridional, *op. cit.* p. 38) « D'une façon générale, on distingue assez bien les calcaires massifs des différents âges par la couleur, le grain, l'éclat, etc. — Le calcaire de l'âge dévonien est verdâtre, celui du Carbonifère supérieur est noirâtre, ou gris noirâtre, celui du Permien est blanc, ou blanc un peu jaune ; celui du Trias est blanc bleuâtre, marbroïde et avec l'éclat gras. Mais ces distinctions n'ont rien d'absolu ». Il faut appuyer sur la fin de la phrase de M. Lantenois ; non seulement, ces distinctions n'ont rien d'absolu, mais elles n'existent pas en réalité et ce serait une erreur que de compter sur le faciès d'un calcaire pour avoir une idée de son âge. Il y a des calcaires carbonifères, moscoviens ou ouraliens, très blancs, gris ou noirs, de même que dans le Permien, il y a des calcaires gris foncés ou bleuâtres et que dans le Trias moyen, il y en a de blancs, gris, rosés ou bleutés.

Distribution des dépôts moscoviens au yun-nan. — Les dépôts moscoviens offrent leur beau développement au Yun-nan à l'O. du Tié-tchen-'ho ; en progressant vers l'E. dans la région de Lou-nan, de Mi-leu, la partie supérieure seule de l'étage existe et repose directement sur le Dinantien. Je montrerai plus loin que ce fait est dû à une exondation d'une partie du Yun-nan oriental pendant une partie du Moscovien.

Principales divisions du moscovien yunnanais. — Mes recherches m'ont permis d'établir dans le Moscovien yunnanais les grandes divisions suivantes à l'O. du Tié-tchen-'ho ; je donne en même temps les notations que je leur ai attribuées sur ma carte ou dans mes coupes (1).

$h\,2$ Horizon calcaire de Lo-a-tien.
$h\,1$ Horizon calcaire de Chouéi-tang.
$h_{,,}$ Horizon houiller gréseux et calcaire à *Spirifer mosquensis* d'Eul-kai.
h, b Masse des grès supérieurs ; horizon de Lao-wa-tong.
h, a Horizon calcaire de Cha-tchong.
$h,$) Masse des grès inférieurs, Horizon de Ie-ma-tchouang.
$h,$ / Poudingue de base de Sin-tchai.

J'ai pu relever des coupes détaillées jusqu'à la latitude de Siun-tien-tchéou ; au-delà les grandes complications de la Tectonique provoquant des disparitions complètes d'assises ne permettant plus d'établir une Stratigraphie aussi précise que dans le sud.

Les assises h, et h, b formées presque uniquement de masses puissantes de grès sont généralement très incohérentes et changent rapidement de faciès, passant sur de très courtes distances de grès micacés psammitiques bien lités à de grossières arkoses.

On peut attribuer au Moscovien yunnanais complet une épaisseur approximative d'environ 1200 m.

Pour plus de facilités, je décrirai l'étage par régions en commençant par celles où affleurent les horizons les plus inférieurs.

(1) J'ai noté $h1$ et h^2 les calcaires moscoviens de Chouéi-tang et Lo-a-tien, faisant commencer l'Ouralien avec h_3, au lieu de leur donner une notation afférente au Moscovien parce que si d'une part leur faune est moscovienne, d'autre part ils commencent la grande série calcaire ininterrompue qui envahit l'Ouralien entier.

Région à l'Ouest du Tié-tchen-'ho

ENTRE LIN-NGAN ET KOUAN-IN.

Entre Lin-ngan et la plaine pliopléistocène de Kouan-in, ou plus exactement entre cette dernière et Leng-chouéi-keuou, affleurent largement les horizons *h*, et *h*, *a*. Entre la plaine de Lin-ngan et cette dernière localité M. Lantenois a indiqué sur sa carte le passage d'une bande de « Carbonifèrien supposé » dans lequel il englobe les schistes luisants de Sin-fang et la série de grès arkosiques et de quartzites qui lui fait suite : (1) nous avons vu antérieurement (p. 48) que cette série appartient à la base du Cambrien et représente l'étage des grès de la base et la série argilo-gréseuse avec du Dévonien inférieur (horizon de Ki-tse-tchong) poussés sur le Dévonien moyen. On n'aborde le Carbonifèrien moyen qu'au delà de Leng-chouéi-keuou. J'ai montré dans la fig. 168 (atlas) les relations tectoniques de ces diverses bandes de terrains entre elles.

h, *Grès inférieurs.* — La masse des grès inférieurs *h*, se montre très largement développée entre les affleurements pliocènes et pleistocènes de Kouan-in sous lesquels elle disparaît au voisinage de la vallée du Kiou-kiang. La partie inférieure de l'étage n'est pas visible. C'est une série puissante de 250 à 300 m. de grès micacés extrêmement bariolés, passant par les teintes les plus vives du rouge, du marron, du jaune, à structure entrecroisée décelant constamment l'instabilité des fonds. Ces grès sont mélangés de lentilles marneuses placées d'une façon absolument quelconque et dont aucune n'est susceptible de fournir un repère stratigraphique quelconque. Ces marnes sont violemment colorées en blanc intense, vert, bleu, de sorte que l'ensemble des grès et des marnes profondément entaillé par les ravins offre un aspect des plus étranges par suite du bariolage criard des affleurements presque complètement dénudés. Cette série est absolument dépourvue de fossiles. Le caractère incohérent de ces grès micacés est à remarquer ; fréquemment, ils deviennent de véritables sables agglomérés qui s'effritent facilement sous le pied. Cette formation est largement développée entre le-ma-tchouang et Kouan-in ; le chemin muletier la traverse et sous le passage réitéré des caravanes s'y est creusé en tranchée, assez profonde dans beaucoup de points.

h, a Horizon calcaire de Cha-tchong. — Une masse calcaire d'un blanc à peine gris, très compacte, épaisse d'une centaine de mètres au moins, borde au S. la zone des affleurements des grès inférieurs. La route de Lin-ngan à Tong-'hai la traverse et s'y engage pendant environ 4 kilomètres : c'est une formation calcaire très régulière et monotone, offrant des parties finement oolithiques pétries de *Foraminifères* et d'algues calcaires (*Girvanella*). On l'observe bien entre Péi-po et Cha-tchong ; un peu avant cette localité un torrent, dont le lit sert en même temps de chemin, chose très fréquente au Yun-nan, y a entamé une gorge étroite permettant de bien voir la roche. J'y ai observé :

Syringopora sp.
Geinitzella sp.
Fistulipora sp. (?)
Polypora sp.
Girvanella sp.
Gyroporella sp.
Schwagerina prisca n. sp.
Fusulinella Struvii V. Moll.
Endothyra parva V. Moll.
Endothyra crassa Brady
Endothyra Bowmanni Phill.
Nodosinella simplex Lorenth.
Tetrataxis conica Ehrenb.
Climacammina eximia Brady
Fusulinella Loczyi Lorenth.
Cribrospra Panderi V. Moll.
Spirillina plana V. Moll.
Spirillina irregularis V. Moll.

La faune de Foraminifères offre des affinités tout à fait étroites avec celle des horizons moscoviens de la passe de Sa-men-kouan des Ta-tia-chan dans le Kan-sou et de Teng-tian-tching au pied du versant

(1) Dans le texte il indique qu'il conçoit toute la série des terrains de la plaine de Lin-ngan à Kouan-in comme « constituant une seule et même formation géologique stratifiée régulièrement sans accident ». Cette impression provient du charriage du Carbonifèrien moyen sur le Cambrien (Fig. 168 atlas).

septentrional des Nan-chan, dans le Ki-lien-chan, également au Kan-sou, faunes recueillies par Von Loczy, et décrites par Lorenthey.

La fig. 35 (atlas) montre l'allure des étages *h*, et *h*, *a* entre Kouan-in et la vallée de Leng-chouéi-keuou.

Région entre la vallée du Kiou-kiang et le Ki-lo-hou (Lac de Tong 'hai)

L'ensemble de cette région montagneuse est désigné sur les cartes chinoises sous le nom d'Hoang-long-chann. Le Moscovien y affleure à peu près exclusivement grâce à son épaisseur, malgré que les plissements y soient très accusés et l'érosion des gorges avancée. Le chemin muletier de Lin-ngan à Tong-'hai la traverse complètement et, malgré les dislocations, permet de bien se rendre compte des relations des divers horizons entre eux. La coupe fig. 36 (atlas) menée du lac de Tong-'hai au Kiou-kiang passe un peu à l'E. des villages de Cha-pa-keuou et Tchong-ho-pou situés sur le chemin.

Par suite des dislocations qui affectent l'ensemble des terrains, je décrirai la coupe telle qu'on peut l'observer dans l'itinéraire de Kouan-in à Tong-'hai.

Coupe de Kouan-in à Tong-'hai. — Entre Kouan-in et Jen-tia-po, traversée de la large vallée du Kiou-kiang occupée par les dépôts pliopleistocènes lacustres. On trouve au N. de Jen-tia-po les grès bariolés à teintes rouge ou violacée dominantes *h*, déjà vus dans la coupe de le-ma-tchouang à la vallée de Leng-chouéi-keuou, très grossiers, sableux, pourvu d'un pendage à 45° S. E. C'est indiscutablement le prolongement de la grande masse de grès bariolés *h*, de le-ma-tchouang masqué en partie dans la vallée du Kiou-kiang par les dépôts lacustres pliopléistocènes. Ces grès se prolongent vers l'E. tout le long de la vallée du Kiou-kiang.

Un peu au N. de Jen-tia-po, le chemin muletier s'engage brusquement dans une étroite gorge calcaire au delà du lacet qui suit le village ; il s'élève alors dans de mauvaises conditions en surplombant le torrent ; les rapports entre les calcaires et les grès rouges *h*, sont intéressants ; les premiers sont poussés sur les grès *h*, sur lesquels ils reposent en discordance tectonique dans les conditions représentées par la fig. 36 (S. E. de la coupe). Ces calcaires qui appartiennent à l'horizon *h*, *a* sont blancs, siliceux, très finement oolithiques. Ils m'ont offert en lame mince dans des échantillons recueillis près du pont de pierre jeté par dessus le ravin avant Héou-kia-tsin :

Polypora sp.	*Endothyra crassa* Brady
Gyroporella sp.	*Tetrataxis conica* Ehrenb.
Schwagerina prisca n. sp.	*Climacammina eximia* Brady
Fusulinella Struvii v. Moll.	*Spirillina plana* v. Moll.

C'est l'horizon des calcaires de Cha-tchong.

Grès micacés h,b. — Un peu au delà du pont apparaissent des grès verts micacés, très différents comme faciès lithographique des grès grossiers incohérents h_1. C'est l'horizon supérieur des grès que nous avons noté *h*, *a*. Ces grès verts sont bien lités, d'aspect schisteux, se fendant en grandes dalles suivant l'orientation des lits micacés ; ils sont totalement dépourvus de fossiles. Ils sont pincés en synclinal dans le calcaire *h*, *b*.

Ce dernier reparaît jusqu'au village de Héou-kia-tsin avec les mêmes caractères ; il contient toujours les mêmes bancs très finement oolithiques et les mêmes *Foraminifères*.

Au-delà de Héou-kia-tsin une grande dislocation, pli-faille, ramène sur cette série les grès rouges *h*, en chevauchement ; la montée extrêmement mauvaise et abrupte jusqu'à Tchong-ho-pou se fait dans cette formation très plissée et dans laquelle reparaissent à un moment donné les calcaires *h*, *a* fortement écrasés et par suite très fendillés en petits fragments.

Au-delà de Tchong-ho-pou les grès *h*, se prolongent encore pendant 600 m ; ils sont ici plus durs, plus cohérents par modification purement locale dans les conditions de dépôt, puis à la descente avant Cha-pa-keuou on voit les couches se relever fortement et former un pli synclinal aigu vertical dans l'axe duquel est pincé le calcaire *h*,*a* ; ensuite de Cha-pa-keuou à Kouan-pin-tien, on traverse sans arrêt les grès

bariolés *h*, rouges, violets, très sableux, dans lesquels le creusement rapide par les eaux torrentielles a creusé une gorge étroite malgré la mobilité de la formation. Si l'on s'élève sur les hauteurs qui entourent Pe-po-tio ou Kouan-pin-tien, on voit nettement les grès *h*, fuir vers le S. O. et vers le N. E. en couvrant une grande étendue, sculptés en collines aux sommets très arrondis, mais séparées par d'étroites gorges aux versants très rapides, opposition remarquable due au rejeunissement récent et intense des reliefs.

Au-delà du village de Kouan-pin-tien, presque à la sortie, on aborde une série calcaire relevée verticalement et plaquée contre les grès *h*, verticaux. D'abord blanc, un peu saccharoïde, cristallin, sans fossiles, ce calcaire dessine vers le N. un synclinal ; il supporte près de la porte chinoise que l'on rencontre 2 km. avant Tong hai un calcaire grisâtre pétri de *Schwagerina prisca* n. sp. et de *Fusulinella Struvii* V. Moll. avec de nombreuses *Endothyra*. Il est assez difficile à étudier parce que l'argile rouge de décalcification occupe de très grandes surfaces et qu'on ne peut guère l'étudier que dans les pointements. Cependant, je l'assimile au calcaire à *Spirifer mosquensis h*, parce que un peu avant Tong-'hai les grès verts micacés schisteux de l'horizon *h*,*b* reparaissent et s'enfouissent sous ces calcaires avec un pendage O. S. O. La coupe est complétée par les calcaires ouraliens *h* 4 à *Fusulina Kattacusis* de Tong-'hai butant par faille avec un pendage inverse (fig. 36 atlas) contre les grès schisteux micacés *h*,*b*.

Coupes de Ta-che-chan. — Un peu au S. E. de Tong-'hai la localité minière de Ta-che-chan offre une meilleure vue des calcaires h_{1} et de leurs relations avec les grès sous-jacents. On peut résumer ainsi le détail des couches :

h_{1}	4	Calcaire noir fossilifère.	(?)
	3	Grès schisteux avec bancs houillers.	15 m. environ.
	2	Calcaire noir fossilifère.	20 m.
	1	Calcaire blanc à Foraminifères.	40 m.
h,*b*.		Grès verts schisteux micacés.	200 m.

Les grès verts schisteux ne contiennent pas de fossiles. Dans l'étage *h*, l'horizon 1 contient les mêmes Foraminifères que *h*,*a* :

Fenestella sp.
Schwagerina prisca n. sp.
Fusulinella Loczyi Lorenth.
Fusulinella Struvii v. Moll.
Endothyra Bowmanni Phill.
Endothyra parva v. Moll.
Nodosinella simplex Lorenth.
Tetrataxis conica Erhb.
Cribrospira Panderi v. Moll.
Spirillina plana v. Moll.
Spirillina plana v. Moll.
Spirillina subangulata v. Moll.

Le calcaire noir contient un banc de grès schisteux épais d'une quinzaine de mètres dans lequel M. Lantenois a déjà signalé et décrit une couche de charbon, épaisse de 0 m 20 à 1 m. Le calcaire renferme :

Orthothetes crenistria Phill. var. *senilis* Phill.
Athyris sp.
Bellerophon tenuifascia de Kon.
Polypora sp.
Fusulina regularis Schellw. (*F. cylindrica* auct).
Saccamina sp.
Fusulinella Struvii v. Moll.
Fusulinella Loczyi Lorenth.
Endothyra Bowmanni Phill.
Endothyra crassa Brady
Valvulina cf. *bulloïdes* Brady
Climacammina cf. *communis* v. Moll.

Nous ferons ressortir plus loin les analogies étroites de cette faune avec celle du Moscovien du Kansou telle que l'a décrite V. Loczy.

Environs de Tong-'hai, Ninh-tchéou et Si-wo.

Le Moscovien se montre largement développé et prédominant sur le parallèle de Tong-'hai, de Ninh-tchéou au-delà de Si-wo.

Environ de Tong-'hai. *Série de Lo-chouéi-tong :* Aux environs de Lo-chouéi-tong (1) où se trouve une mine de houille signalée déjà par M. Lantenois, on observe plusieurs niveaux intéressants :

Partie supérieure du Moscovien . . . . . h_2 Horizon calcaire (de Chouéi-tang) fossilifère.
h_1 Horizon calcaire (de Lo-a-tien) fossilifère.
h_{1} : 4 Calcaire noir fossilifère.
3 Grès schisteux avec houille.
2 Calcaire noir fossilifère.
1 Calcaire blanc à *Foraminifères.*
h,b Série des Grès micacés supérieurs.

L'horizon h, b plonge faiblement à Lo-chouéi-tong vers le S. E. et reparaît dans les collines situées à l'E. du lac en supportant les calcaires en synclinal. L'horizon 1 de h_1, des calcaires blancs à Foraminifères est très réduit ; il contient la faune déjà citée précédemment. Les calcaires noirs 2 et 4 qui enveloppent le niveau gréseux houiller contiennent :

Orthothetes sp.
Orthothetes crenistria Phill. var. *senilis* Phill.
Athyris (Seminula) cf. *subtilita* Hall
Bellerophon tenuifascia de Kon.
Polypora sp.
Fusulina regularis Schellw.
Fusulinella Loczyi Lorenth.
Endothyra Bowmanni Phill.
Climacammina cf. *communis* Brady
Bradyina rotula Eichw.
Tetrataxis conica Ehrb.

L'horizon h_1 que nous verrons largement développé dans la région de Lou-nan avec une faune abondante à Lo-a-tien affleure au bord du chemin de Tong-'hai à Kiang-tchoan ; ce sont des calcaires gris bien visibles près de la pagode élevée près de la route muletière. Ils sont remplis de sections de Gastropodes ; là où les surfaces sont altérées on observe des espèces de Lo-a-tien difficiles à dégager et qui sont à rapporter à :

Euphemus cf. *subsphæricus* Mansuy
Evomphalus cf. *nitidus* Mansuy
Porcellia Jullidierei Mansuy
Bellerophon sp.

Au-dessus viennent au voisinage de la perte des calcaires gris appartenant à l'horizon de Chouéi-tang h_2 mais où les fossiles ne sont pas très abondants, et surtout sont difficilement dégageables :

Productus cf. *subcostatus* Waag.
Spiriferina cristata Schloth.
Athyris cf. *subtilita* Mall. (2)

Parmi ces fossiles un certain nombre ont un cachet dinantien appartenant aux espèces qui rappellent des formes de Tournai, (3) tandis que d'autres formes comme *Productus subcostatus* et *Spiriferina cristata* montent dans l'Ouralien. La limite entre les deux étages Moscovien et Ouralien est ici, comme ailleurs du reste en Asie, très difficile à établir d'une façon précise.

D'autres affleurements calcaires existent sur la rive orientale du Ki-lo-hou, mais là, comme elle est assez fortement faillée, les relations des divers horizons sont mal observables, d'autant plus qu'entre les parties restées en saillie les points effondrés sont occupés par de petites plaines d'alluvions laissées par le retrait des eaux du lac et empêchant toute observation.

(1) Lo-chouéi-tong : littéralement : le trou où tombe l'eau ; là se trouve le principal gouffre d'absorption du lac de Tong-'hai (Ki-lo-hou), sur la rive orientale.

(2) Avec ces espèces coexistent une série de Lamellibranches et de Gastropodes difficiles à dégager, qui paraissent se rapporter aux espèces de Chouéi-tang décrites par M. Mansuy : *Schizodus Malani* Mansuy, *Astartella cristata* Mansuy, *Pleurotomaria chouéitangensis* Mansuy, *Bellerophon planoconvexus* Mansuy, *Yunnania sulcata* Mansuy, *Euomphalus subcircularis* Mansuy.

(3) Observations de M. Mansuy.

Au N. du lac de Tong-'hai le Moscovien se poursuit en formant la plus grande partie des affleurements de terrain dans la région de hautes collines qui le sépare du Sing-yun-hou ou lac de Kiang-tchoan. Ce sont surtout les grès supérieurs *h*, *b* qui affleurent ; ils offrent toujours le même faciès qu'au sud du lac de Tong-'hai, entre cette localité et le Kiou-kiang ; ce sont des grès micacés très bien lités, auxquels leur grande richesse en mica donne parfois de loin de faux airs de micaschistes, de teinte verte, marron, brun-rouge, cette dernière dominant.

Entre le lac de Tong-'hai et le Tien-ma-chann : Le Moscovien est encore bien développé dans cette région dont Ninh-tchéou est la principale localité. Il y est plissé en longs anticlinaux à grand parcours, alternant avec des synclinaux et que l'érosion a fortement travaillés. En accomplissant le trajet de Tong-'hai à Ninh-tchéou par 'He-tchin-sao, on peut étudier le terrain d'une façon très nette, car il est profondément raviné et complètement découvert. De Tong-'hai à Ninh-tchéou, on circule sans arrêt dans une bande d'une épaisseur considérable de grès micacés schisteux *h*, *b* verts, roses ou brun rouge, orientée vers le N. N. E., plissée en anticlinal à grande courbure. Des niveaux marneux s'y intercalent fréquemment, marnes fissiles, finement micacées, un peu gréseuses, qui, près de He-tchin-sao, m'ont fourni, environ 500 m. avant le village, à la descente et au bord même du chemin, des débris de plantes en mauvais état :

Lepidodendron sp.
Sigillaria sp.

Entre Ninh-tchéou et le sommet de la grande montée du Tien-ma-chann sur la route muletière de Po-shi on traverse de nouveau la série *h, b* des grès verts micacés offrant avant la montée une intercalation de calcaire cristallin, puis les grès deviennent brun-rouge, très sableux et très micacés ; ils sont comme le montre la fig. 97 A (atlas) courbés en un synclinal à très grand rayon, puis brusquement au voisinage de la faille du Tien-ma-chann, les strates se recourbent brusquement et plongent verticalement en venant en contact direct avec les calcaires artinskiens verticaux du Tien-ma-chann.

A la partie supérieure des grès s'intercale une nappe de basalte qui se poursuit jusqu'auprès de Choui-tin-tchao et passe dans la faille en offrant, au contact du calcaire artinskien de la lèvre opposée, de grands miroirs de friction (1). Au delà de Choui-tin-tchao, toute cette série disparaît sauf les calcaires ouraliens transgressifs et seulement au col, avant la grande descente sur la plaine de Po-shi, on traverse une petite fenêtre d'érosion dans les calcaires qui permet de revoir un lambeau de grès et de basalte.

Vers l'E. le Westphalien gréseux disparait d'une façon définitive, et même avant d'atteindre Po-shi, on voit comme le montrent les coupes de la fig, 97 (atlas) l'Ouralien *h* 5 reposer directement et indiscutablement par discordance transgressive sur divers horizons dévoniens. Nous reviendrons sur ce point.

Entre Tong-'hai et Si-wo : Revenons maintenant à l'O. de Tong-'hai, M. Lantenois avait noté sur sa carte toute cette région comme « Carbonifère présumé », prévision juste puisque nous sommes en mesure de confirmer cette donnée hypothétique en la précisant. Le Moscovien s'étend largement dans cette région.

De Tong-'hai à Si-wo on relève la coupe suivante le long de la route :

h,b Epaisse série de grès micacés schisteux verts en strates presque horizontales, absolument dépourvus de fossiles.

h,a Calcaires gris ou verdâtres sur lesquels s'élève le village de Siao-kiai, s'étendant jusque sous les alluvions du lac, avec *Fusulina Struvii* v. Moll.

h, Au-delà de Siao-kiai grès bariolés inférieurs surtout de teinte rouge, avec lentilles marneuses et calcaires peu suivies ; couches à stratification entre-croisée des dépôts littoraux et en même temps plissées très irrégulièrement. Ils s'étendent largement autour de 'Ho-si dont ils forment toutes les hauteurs environnantes et se prolongent largement vers le N. N. E. en formant, comme l'indique la carte géologique, toute la rive occidentale du Ki-lo-hou. Jusqu'aux environs de Pou-nai-chan on ne sort pas de cette formation.

(1) Nous allons fréquemment rencontrer et toujours au même niveau, c'est-à-dire à la partie supérieure du Moscovien, cet horizon de laves basiques qu'il ne faut pas confondre avec celles qui se sont fait jour à la fin du Permien.

Près de Pou-nai-chan une bande ouralienne à *Productus mytiloïdes* Waag. se montre pincée en synclinal vertical à charnière aigüe dans les grès sur lesquels elle est en discordance.

Au-delà de la bande calcaire ouralienne la série moscovienne gréseuse recommence semblable, jusqu'à Si-wo. Je crois inutile d'insister, les caractères de la formation restant les mêmes.

Le Moscovien entre Si-wo et le lac de Kouen-yang.

Le Moscovien occupe une place considérable en extension horizontale et verticale dans toute la région qui s'étend entre Si-wo et le lac de Kouen-yang et que traverse la grande route muletière de Si-wo à Yun-nan-fou par Sin-hin et Pe-tchen. La région est assez régulièrement plissée en longs plis parallèles fortement accusés, mais sans déversements, du reste rabotés intensément par la pénéplanation antépliocène, et que l'érosion postérieure a remis en saillie, tendant ainsi à donner à cette région une structure appalachienne. La route à peu près N. S. recoupe les axes des plis orientés N. N. E. dans leur ensemble.

De Si-wo à la plaine de Sin-hin : La route traverse une monotone série de grès rouges avec bancs de quartzites, à structure entrecroisée, entremêlée de schistes gréseux micacés rougeâtres et de schistes argileux. L'ensemble est fortement relevé ; ces conditions restent les mêmes jusqu'à Ien-ho-kai. C'est la série des grès supérieurs h,b ; il n'y a rien de particulier à signaler.

Synclinal de Siao-che-kiao : A l'E. de Pe-tchen une grande masse calcaire dessine, comme M. Lantenois l'a très bien observé, un synclinal à large courbure au-dessus des grès schisteux h, b. La série observée est la suivante en allant à Siao-che-kiao.

	h_2	Calcaire massif gris (horizon de Chouéi-tang).	
	h_1	Calcaire massif gris rempli de sections de Gastropodes (horizon de Lo-a-tien).	
h_1	7	Calcaires noirs	10 m.
	6	Calcaires dolomitiques à polypiers	25 m.
	5	Schistes gréseux avec couche de houille	10 m.
	4	Calcaire gris dolomitique	10 m.
	3	Marnes sèches bleuâtres	3 m.
	2	Banc calcaire	20 m.
	1	Marnes sèches bleuâtres	5 m.
	h, b	Grès schisteux micacés (partie supérieure	250 m. au minimum.

Dans h_1, les horizons 2 et 4 renferment :

Fusulinella Struvii V. Moll.
Endothyra parva V. Moll.
Endothyra crassa Brady
Endothyra Bowmanni Phill.
Climacammina communis V. Moll.
Tetrataxis conica Ehrb.

L'horizon 6 des calcaires noirs contient :

Spirifer mosquensis Fisch.
Orthothetes cf. *crenistria* Phill. var. *senilis* Phill.
Athyris ambigua Sow.
Fusulina regularis Schellw.
Saccamina sp.
Fusulinella Loczyi Lorenth.
Climacammina cf. *communis* Brady
Tetrataxis conica Ehrb.
Poteriocrinus sp.

Les calcaires dolomitiques 7 d'aspect blanc grisâtre sur les surfaces exposées aux agents atmosphériques, mais d'une belle teinte jaune chamois lorsqu'on le polit, renferme de nombreuses sections de polypiers :

Chaetetes subradians Mansuy
Zaphrentis sp.
Cyathophyllum sp.

Je n'ai pu isoler aucun fossile dans les calcaires *h* 1 et *h* 2 des horizons de Lo-a-tien et Chouei-tang, mais ils se montrent pétris de sections de Gastropodes qui se rapportent aux faunes de ces deux horizons.

De Pe-tchen à Kouen-yang, on traverse constamment une série plissée de quartzites et de grès, avec épisodes de grès schisteux et bancs calcaires intercalés ; c'est la formation *h*,*b*.

Coupes à l'O. de l'extrémité sud du lac de Kouen-yang : Les exploitations de houille des environs de Kouen-yang permettent de faire quelques bonnes observations.

Coupe de Eul-kai. — Le niveau productif de houille prend ici une importance plus grande que dans les gisements précédemment examinés. Ce point a déjà fait l'objet des observations de M. Lantenois. La coupe est la suivante :

h,, :

4	Calcaires dolomitiques	?
3	Calcaires noirâtres	10 m.
2	Schistes gréseux et grès quartziteux avec 4 couches de houille	35 m.
1	Calcaire gris dolomitique	?

1 est fossilifère et contient les *Foraminifères* de Siao-che-kiao.

2 Forme un horizon gréso-schisteux où comme M. Lantenois l'a indiqué il existe quatre couches de charbon superposées, à l'intervalle de 4 à 5 m.

Dans l'horizon 3 on recueille :

Spirifer mosquensis Fisch.
Orthothetes crenistria Phill. var. *senilis* Phill.
Athyris ambigua Sow.
Euomphalus sp.
Fusulinella Loczyi Lorenth.
Endothyra cf. *crassa* Brady
Endothyra Bowmanni Phill.
Spirillina subangulata Moll.
Spirillina plana Moll. var. *patella* Lorenth.
Tetrataxis conica Ehrenb.

L'horizon 4 des calcaires dolomitiques contient le même polypier qu'à Siao-che-kiao :

Chaetetes subradians Mansuy

Gisement de 'Hai-keuou. — La série des horizons qui composent l'étage *h* affleure également à l'entrée du Pou-t'ou-'ho, émissaire du lac de Kouen-yang. Comme l'a indiqué M. Lantenois (op. cit. p. 98) on retrouve les mêmes niveaux caractéristiques qu'à Siao-che-kiao (Pe-tchen) et Eul-kai. Les couches productives à charbon se prolongent sur plusieurs kilomètres et les couches de houille se suivent à peu près horizontalement à 70 m. de hauteur au-dessus de l'émissaire ; elles sont intercalées dans les calcaires formant escarpement. La série très peu fossilifère, mais identique à celle de Eul-kai, se présente comme suit :

Ouralien calcaire.

Moscovien . . . .

h 2 / *h* 1	Masse calcaire des escarpements du Tai-hoa-chann (horizon de Lo-a-tien et Chouei-tang.)	
h,,	4	Calcaires dolomitiques à *Chaetetes subradians* Mansuy.
	3	Calcaires noirs (Horizon de Eul-kai à *Spirifer mosquensis.*)
	2	Schistes gréseux avec couches de houille.
	1	Calcaire gris dolomitique.

Le Moscovien dans la région du lac de Iang-tsong et de Iang-lin. — Le Moscovien est bien développé autour de la fosse du lac de Iang-tsong surtout sur sa rive occidentale ; de là, on le suit par les escarpements d'Eul-long-si-chou jusque dans les chaînes situées à l'E. de la plaine lacustre de Iang-lin, puis il disparaît dans le prolongement septentrional de la grande fracture des lacs. En général, on peut relever dans cette région de très bonnes coupes, vu la hauteur des reliefs et la raideur des versants bien

décapés. Seule affleure la partie supérieure de l'étage, car, par suite d'accidents tectoniques, les horizons *h*, et *h*,*b* restent enfouis en profondeur, à l'inverse de ce qui nous avons observé dans la région de Si-wo, Pe-tchen, Kouen-yang.

Coupe du Moscovien à Chouéi-tang (fig. 37 atlas) : La coupe du Moscovien de Chouéi-tang en est un exemple typique. La coupe ci-jointe montre le synclinal carbonifère effondré entre deux failles, la faille de Chouéi-tang et la fracture du lac de Iang-tsong, dans de telles conditions que dans son flanc occidental la partie supérieure seule de *h*, *b* émerge, seule venant en contact avec le Géorgien à *Redlichia chinensis* Walcott.

Je ne décrirai pas en détail ici la structure intéressante et compliquée de la région ; j'y reviendrai dans l'analyse tectonique ; je me bornerai ici à décrire la série stratigraphique.

Une bonne coupe peut être relevée en partant de la faille de Chouéi-tang, du petit col placé au sud du village, et en se dirigeant vers l'E. S. E. du côté du lac de Iang-tsong en passant par la recherche de charbon de Lao-wa-tong. On observe, en prenant la coupe à rebours depuis l'axe du synclinal carbonifère, c'est-à-dire stratigraphiquement de haut en bas :

Ouralien (Base).	*h* 5	Calcaire gris clair à *Productus* cf. *subcostatus* Waagen, *Fusulina regularis* Schellw.	
	h 4	Calcaire gris foncé à *Fusulina Kattaensis* Schw.	
	h 3 *a*	Calcaire gris à *Fusulina Tcheng-kiangensis* n. sp.	
	h 3	Calcaire à *Fusulina brevicula*.	
	h 2	Calcaire gris de Chouéi-tang à Gastropodes	100 m.
	h 1	Calcaire gris (horizon de Lo-a-tien) à Gastropodes	80 m.
h,,.....	17	Calcaire à polypiers gris clair.	120 m.
	16	Banc de grès blanc quartziteux..	2 m.
	15	Couche de houille.	1 m.
	14	Banc de grès blanc quartziteux	2 m.
	13	Banc de marnes sèches verdâtres.	1 m.
	12	Calcaire dolomitique.	100 m.
h, *b*.....	11	Grès rouge à grain homogène fin et dur.	12 m.
	10	Labradorite..	18 m.
	9	Grès rouge grossier arkosique.	10 m.
	8	Grès rouge homogène, fin et compact.	20 m.
	7	Banc de poudingue en petits galets.	10 m.
	6	Banc de grès rouge fin et compact	15 m.
	5	Masse de grès rouges en couches bien stratifiées.	40 m.
	4	Poudingue bréchoïde à petits éléments..	40 m.
	3	Grès rouge grossier, sableux.	30 m.
	2	Marnes sèches vertes.	5 m.
	1	Grès rouge micacé.	150 m.

Il suffit d'énumérer cette série d'alternance de grès plus ou moins sableux et de poudingue pour montrer le caractère de la formation.

Une autre coupe très claire peut être relevée également près de la station de Chouéi-tang à 2.500m. au N. de la précédente, en passant par la grande tranchée qui précède la descente surplombant le lac de Iang-tsong. Toutes les couches sont concordantes. En s'élevant du lac vers la ligne ferrée jusqu'à la tranchée puis le long de celle-ci jusqu'au bassin fermé de Chouéi-tang on observe :

Ouralien (Base)	*h* 3-5	Calcaires à *Productus* et *Fusulines*.....	environ. 1.200 m.
Moscovien (Partie supérieure).....	*h* 2	Calcaire gris dolomitique à Gastropodes.....	100 m.
	h 1	Calcaire gris un peu magnésien (horizon de Lo-a-tien).....	80 m.

Moscovien (Partie supérieure) (suite)	$h_{,,}$	8	Calcaire magnésien gris-clair à polypiers	120 m.
		7	Banc d'argiles gréseuses mal visibles un peu charbonneuses	50 m.
		6	Calcaire un peu magnésien	100 m.
	h,b	5	Poudingue quartzeux bréchoïde à petits éléments	15 m.
		4	Labradorite altérée	6 m.
		3	Grès rouge arkosique alternant avec de petits bancs de galets	50 m.
		2	Grès rouge en gros bancs durs devenant friables par altération	15 m.
		1	Poudingue bréchoïde avec quelques gros bancs de grès rouge durs dans lesquels sont inclus de petites zones de poudingue	10 m.

La coupe ne descend pas plus bas stratigraphiquement, car elle est masquée par les alluvions du bassin sans écoulement de Chouéi-tang à l'issue O. de la tranchée.

Certains niveaux ont fourni de belles récoltes de fossiles.

Dans la série de l'étage des Grès supérieurs, comme partout ailleurs, les restes organiques manquent totalement.

Dans la coupe de Lao-wa-tong et dans celle qui passe par la ligne ferrée le calcaire magnésien noté 12 dans l'une et 9 dans l'autre et qui est le même horizon ne renferme que de mauvais fossiles, avec des tiges de *Crinoïdes* et *Favosites* sp.

On remarquera qu'ici l'horizon des calcaires noirs à *Spirifer mosquensis* manque et que les couches à charbon sont comprises dans un grès blanc quartziteux correspondant à l'horizon gréso-schisteux d'Eul-kai et de Pe-tchen, mais immédiatement enveloppé par le calcaire dolomitique.

Celui-ci qui surmonte les couches à charbon renferme :

Chaetetes subradians Mansuy
Favosites sp.

La dolomie forme des zones irrégulières parallèles à la stratification, que met en saillie la dégradation par les agents atmosphériques.

L'horizon des calcaires que nous avons appelés « calcaires de Chouéi-tang » contient une faune riche en Gastropodes avec des espèces offrant encore des affinités dinantiennes. Ce gisement a été fouillé par M. Mansuy et lui a donné :

Orthoceras sinuatum Mansuy
Productus cf. *subcostatus* Waag.
Athyris cf. *subtilita* Möll.
Spiriferina cristata Schloth.
Schizodus Malani Mansuy
Astartella orientalis Mansuy
Astartella cristata Mansuy
Pleurotomaria (Monrlonia) Wildeni Mansuy
Pleurotomaria (Monrlonia) Sarranti Mansuy
Pleurotomaria Chouei-tangensis Mansuy
Pleurotomaria multicarinata Mansuy
Pleurotomaria (Worthenia) margaritifera Mansuy
Pleurotomaria (Worthenia) Constantini Mansuy
Pleurotomaria (Worthenia) sp.
Bellerophon planoconvexus Mansuy
Warthia subcarinata Mansuy
Yunnania sulcata Mansuy
Yunnania Termieri Mansuy
Microdoma imbricata Mansuy
Turbinilopsis sinensis Mansuy
Evomphalus Klobukowskii Mansuy
Evomphalus subcircularis Mansuy
Naticopsis Margheritii Mansuy
Scaphiocrinus depressus Mansuy
Archaeocidaris sp.
Fusulina regularis Schellw.
Fusulinella gigas Mansuy

On retrouve une série analogue près du village de Tien-so, au N. N. E. de Chouéi-tang, mais au pied de la chaîne ; la ligne ferrée avant la grande boucle qu'elle décrit dans la montée de Tien-so à Chouéi-tang permet de recouper les mêmes formations que ci-dessus. Je n'insisterai pas.

Extrémité sud du lac de Iang-tsong : Le Moscovien occupe une grande extension autour de l'extrémité S. du lac de Iang-tsong ; dans le Téou-po-chann on retrouve le prolongement S. S. O. du synclinal de Chouéi-tang auquel correspond l'anticlinal de Tso-houéi-yin qui se trouve biseauté par la fosse du lac

entre ce village et Hou-kia-tsouen. Dans le Chao-ta-keuou un autre pli anticlinal à l'E. de Iang-tsong-kai et de Sin-kai offre un noyau formé par les grès h,b de couleur rouge dominante comme à Chouéi-tang et plissés en un brachyanticlinal à plongements périphériques, s'enfouissant de toutes parts sous les calcaires $h_{,,}$ (V. carte géologique et carton fig. 105 atlas).

Au S. E. du lac de Iang-tsong près de la recherche de charbon (recherche chinoise) de Kiéou-tiéou-chann, j'ai observé la coupe suivante :

h_{1-2} Horizons de Lo-a-tien et de Chouéi-tang.
$h_{,,}$ Calcaire dolomitique.
h,b Grès et argiles rouges avec couche charbonneuse de 1 m. Masse de grès rouges.

Il y a une modification apportée dans la série de Chouéi-tang. Un niveau charbonneux assez épais intervient à la partie supérieure des grès rouges, tandis que dans l'horizon des calcaires dolomitiques, le niveau houiller est absent. A signaler en passant que le charbon de Kiéou-tiéou-chann est de très mauvaise qualité, cendreux et surchargé de pyrite.

Environs de Eul-long-si-chou et de Si-yang-tang : La grande falaise qui surplombe le village d'Eul-long-si-chou (N. N. O. d'Yi-léang) offre une coupe complète des couches avoisinant l'horizon charbonneux de Lao-wa-tong, Eul-kai, Pe-tchen, etc. Il contient un important niveau charbonneux très exploité par les Chinois qui en transforment une partie en coke, tandis que le reste est vendu pour la plus grande part à la Compagnie du chemin de fer du Yun-nan.

Une coupe orientée O. E. et passant par le village d'Eul-long-si-chou (fig. 38 atlas) donne :

λ 2 Basalte permien.
h 3-5 Ouralien à *Productus* et *Fusulines*.

Moscovien. .	$h_{,,}$	h_{1-2}	Horizons de Lo-a-tien et Chouéi-tang.	
		11	Calcaire dolomitique	80 m.
		10	Horizon gréseux et schistes argileux avec couches de charbon	15 m.
		9	Calcaire dolomitique	25 m.
		8	Marnes vertes sèches	5 m.
		7	Calcaire gris	30 m.
		6	Marnes sèches jaunes et vertes	25 m.
		5	Calcaire gris	30 m.
		4	Marnes vertes sèches	40 m.
		3	Calcaire gris bréchoïde	25 m.

Discordance tectonique.

h_1 Dinantien (Horizon à *Spirifer subconicus* Martin).
Faille.
$s_1 a$ Cambrien : grès verts micacés schisteux à *Acrothele orbicularis* Mansuy

La série des marnes vertes et calcaires gris de 3 à 9 est à peu près dépourvue de fossiles. Les Foraminifères eux-mêmes sont rares ; dans le niveau 7 j'ai trouvé :

Endothyra crassa Brady
Lingulina sp.
Tetrataxis conica Ehrb.
Valvulina cf. *bulloïdes* Brady
Climacammina cf. *communis* V. Möll.

Dans l'horizon 10 le toit et le mur des couches de houille sont formés de schistes argileux qui n'existent qu'au voisinage du charbon et passent à un grès blanchâtre quartziteux, lui-même intercalé dans la masse des calcaires dolomitiques identiques à ceux de Chouéi-tang et contenant en abondance :

Chaetetes cf. *subradians* Mansuy

En surface les calcaires 11 sont d'un blanc grisâtre, mais après polissage ils sont d'un beau jaune chamois.

Les couches de charbon sont au nombre de 2, plongeant vers l'O. N. O., épaisses respectivement de 1 m et 2 m 50.

Ici encore manquent les calcaires noirs à *Spirifer mosquensis* d'Eul-kai ; cette coupe rappelle celle de Chouéi-tang, mais il s'y ajoute la série des marnes sèches vertes sans fossiles avec leurs intercalations calcaires, qui paraissent remplacer dans cette région l'horizon des calcaires noirs à *Sp. mosquensis*.

Au-dessus les horizons de Chouéi-tang et de Lo-a-tien forment la base de la grande masse calcaire superposée aux couches à charbon. Ils contiennent :

Spiriferina cristata Schl. — *Schizodus Malani* Mansuy
Athyris subtilita Hall — *Astartella orientalis* Mansuy

avec de nombreux Gastropodes difficiles à dégager et qui appartiennent à la faune du gisement de Lo-a-tien des environs de Lou-nan, décrit plus loin (V. page).

On peut suivre la série des horizons précédents jusqu'au col de Si-yang-tang ou Tsin-chouéi-keuou, les couches charbonneuses sont très constantes et les anciens trous d'exploitation faits par les Chinois se succèdent sur une longueur de 4 km. environ ; l'abandon de ces trous ne provient pas de l'épuisement du gîte ; mais du fait qu'avec leurs procédés rudimentaires d'exploitation les mineurs chinois aboutissent infailliblement à amener l'écroulement en bloc du toit, ils abandonnent alors le gisement. Ainsi dans les points actuellement en exploitation à Eul-long-si-chou, ils déhouillent de telle façon que la masse des calcaires gris dolomitiques à *Chaetetes subradians* Mansuy surmontant les couches houillères est actuellement complètement traversée par de longues fissures parallèles dont quelques-unes commencent à s'ouvrir et qu'une catastrophe est à prévoir.

Au N. du col de Si-yang-tang on exploite les couches placées exactement dans les mêmes conditions qu'à Eul-long-si-chou ; la coupe est la même ; je crois inutile d'insister.

Région de Iang-lin : Le Moscovien offre encore un beau développement dans la région montagneuse à l'E. de Iang-lin ; il existe dans les chaînons qui prolongent au N. N. E. le Ta-ing-chann (V. carte). La meilleure coupe que l'on puisse relever est celle du Yo-liang-chann, haute montagne isolée de 2.300m. se dressant à l'E. du bassin faillé de Iang-lin et formant le flanc N. O. d'un pli anticlinal déjeté vers le S. E. comme le montre la fig. 39 (atlas) (V. *supra*) et coupé en biseau par la zone fracturée du bassin jadis lacustre, aujourd'hui marécageux de Iang-lin. Le Niéou-lang-'ho qui collige les eaux du bassin de Iang-lin s'est frayé un chemin dans les grès rouges *h,b* qui forment l'axe de l'anticlinal du Yo-liang-chann.

Les grès supérieurs *h,b* offrent une grande extension au S. E. de la plaine de Iang-lin dont ils forment les collines de bordure ; toute la région des villages de Ma-fan, Pe-long-tchao, Ta-kouang-ti, Tang-fang jusqu'à Sin-kai-tseu est occupée par eux. La série est généralement très relevée et le pendage voisin de la verticale. La teinte dominante dans les grès est le rouge ; la description de cette série gréseuse serait complètement inutile ; il suffit de se reporter à celle des grès supérieurs de la région de Chouéi-tang pour en avoir une idée très nette ; c'est la même succession de grès rouges plus ou moins arkosiques, mélangés de cordons de galets avec des lentilles de marnes blanchâtres ; l'épaisseur de la série gréseuse *h,b* est ici énorme et on peut lui attribuer sans exagération un minimum de 400 m ; nulle part on ne voit affleurer les calcaires moyens à Foraminifères *h,a*. Vers le N. E., cette énorme série de grès moscoviens bute brutalement contre le Cambrien par l'intermédiaire du prolongement de la faille d'Eul-long-si-chou, elle-même prolongement de la fracture des lacs.

La coupe détaillée du Yo-liang-chann, en passant par la vallée du Niéou-lang-'ho, donne en bas (fig. 39 atlas) :

λ 2 Basalte permien (Auvergnose).
Discordance.
h 3-5 Série calcaire ouralienne.
h 2-1 Série calcaire (horizon de Chouéi-tang et de Lo-a-Tien).

$h_{,,}$:
- 7 Calcaire dolomitique.
- 6 Grès blanc quartziteux.
- 5 Calcaire dolomitique.
- 4 Grès rouge.
- 3 Calcaire dolomitique.
- 2 Marnes verdâtres sèches écailleuses.
- 1 Calcaire dolomitique.

› 1 Labradorite (Hessose).

h, b :
- Grès rouge compact.
- Couche charbonneuse.
- Masse puissante de grès variés, généralement rouges compacts, arkosiques, sableux avec cordons de galets de dimensions variées et lentilles marneuses, d'au moins 400 m. d'épaisseur.

Comme ailleurs la série des Grès supérieurs h, b est absolument dépourvue de fossiles. La couche charbonneuse intercalée vers la partie supérieure fournit un mauvais charbon cendreux et riche en pyrite uniquement bon à alimenter des foyers de fours à chaux, comme celui du gisement de Kiéou-tiéou-chann au S. du lac de Iang-tsong ; elle se rencontre du reste au même niveau que celle-ci. D'une façon générale tous les niveaux charbonneux que j'ai rencontrés à la partie supérieure des grès rouges h,b fournissent une houille de très mauvaise qualité, inutilisable et n'offrant aucune comparaison avec celle de l'horizon des calcaires dolomitiques $h_{,,}$ (niveau de Eul-kai, Pe-tchen, Ta-che-chan, Eul-long-si-chou, Si-yang-tang, etc.).

On a pu voir par la coupe précédente qu'ici le niveau charbonneux manque dans l'étage $h_{,,,}$.

Les calcaires dolomitiques 1, 3 et 5 offrent les Foraminifères déjà signalés au même niveau dans les coupes déjà décrites. L'horizon 7 contient :

Orthothetes crenistria Phill. Var. *senilis* Phill.
Chaetetes sp.
Cyathophyllum sp.
Zaphrentis sp.

Nous observons encore ici l'absence des calcaires noirs à *Spirifer mosquensis* de l'horizon d'Eul-kai et d'Hai-keuou.

Les calcaires h 2-1 de la série de Chouéi-tang et Lo-a-tiên contiennent de nombreuses sections de fossiles impossibles à dégager pour la plupart.

Pourtour du lac de Tch'eng-kiang ; environs de Kiang-tchoan, Tch'eng-kiang, Siu-kia-tou, Tsi-long-kai.

Le Moscovien prend une part importante à la constitution des montagnes qui entourent la profonde fosse du lac de Tch'eng-kiang. Mais la Tectonique compliquée en beaucoup de points ne permet pas d'y choisir de bons exemples de séries stratigraphiques.

Environ de Kiang-tchoan : L'étage des grès supérieurs affleure largement autour de la sous-préfecture de Kiang-tchoan et il forme avec l'horizon calcaire h, a et les calcaires ouraliens de longs plis coupés par la fosse rectiligne N.-S. du lac de Kiang-tchoan ou Sing-yun-hou. Les failles qui hachent cette région provoquent de fréquents contacts anormaux.

Le faciès des grès h,b de l'étage supérieur est identique à celui des grès du même étage tel que nous l'avons observé à 30 km au sud dans la région de Tong-'hai ; ce sont encore des grès micacés verts ou rouges bien lités ; on les observe bien en suivant le chemin muletier qui longe la rive orientale du lac de Kiang-tchoan.

Les calcaires h,a renferment d'une façon générale la faune de Foraminifères que j'ai déjà signalée. Je n'y reviendrai pas. Ce sont les mêmes calcaires blancs, plus ou moins siliceux, souvent très finement oolithiques.

Rive orientale du lac de Tch'eng-kiang : Le Moscovien joue un rôle prépondérant dans l'ossature des chaînons montagneux du Tsien-chann, entre l'extrêmité N. du lac de Tch'eng-kiang et l'extrêmité S. du lac de Kouen-yang.

Une coupe passant par la grande aiguille du Tien-chann et dirigée E. O. montre la succession et l'allure des couches (fig. 40 atlas). La vallée du Tsin-ning-'ho offre un axe anticlinal pourvu de plissements secondaires dont l'axe est occupé par la masse des Grès supérieurs *h*,*b* ; les revers de l'anticlinal sont occupés par la succession de terrains suivante dans laquelle on observe le passage du Moscovien à l'Ouralien.

h 3 Ouralien calcaire à *Fusulina brevicula* Schwag.

Moscovien.... { *h*2-*f* Série calcaire (horizons de Chouéi-tang et de Lo-a-tien).
λ1 Labradorite (Hessoşe) en nappes épaisses de 80m. environ.
h, *b* Masse des Grès supérieurs à teinte rouge dominante, avec cordons de galets intercalés et couche charbonneuse à la partie supérieure.

Nous retrouvons ici à la partie supérieure des grès *h*, *b* la couche de mauvais charbon, irrégulière, cendreuse et pyriteuse déjà rencontrée exactement au même niveau à l'O. de Iang-lin et à Kiéou-téou-chann à l'extrémité S. E. du lac de Iang-tsong. Nous la retrouverons ailleurs dans les mêmes conditions. Son épaisseur, du reste jamais considérable, varie de 0 m 80 à quelques centimètres et souvent même elle se réduit à des traces charbonneuses ; on ne peut trouver une couche plus mal réglée et de plus mauvaise qualité. On la suit à la partie supérieure des grès rouges *h*, *b* jusqu'au N. de Kiang-tchoan, et, sur la rive ouest du lac de Tch'eng-kiang, j'ai trouvé de nombreux poteaux réservant les droits de divers Chinois près de recherches qui, toutes, m'ont montré le charbon de cet horizon dans les mêmes conditions si mauvaises qu'il serait absolument inutile d'y porter quelque attention ; tout au plus dans quelques points le charbon peut-il être employé dans les fours à chaux. Cette série se poursuit avec une grande puissance à l'O. de la plaine de Tch'eng-kiang en formant la belle série de plis couchés vers l'E. S. E. (fig. 101 atlas) formée d'anticlinaux gréseux pinçant les calcaires de la partie supérieure du Moscovien et de la base de l'Ouralien dans des charnières synclinales, l'ensemble dessinant une série de gradins gigantesques nettement visibles depuis le village de Lou-tchi quand on regarde au nord.

Coupe de la plaine de Tch'eng-kiang à Siu-kia-tou : Une autre coupe intéressante de la partie supérieure du Moscovien est celle que l'on peut relever entre la plaine de Tch'eng-kiang et la vallée du Tié-tchen-'ho à Siu-kia-tou (fig. 41 atlas). Les observations sont faciles, car le chemin muletier qui traverse en ce point la masse montagneuse du Wou-tsa-chann, recoupe presque normalement la direction des plissements. Jusqu'au faîte de la montée, c'est-à-dire jusqu'au point où l'on atteint le sommet du versant O. du Tié-tchen-'ho, on chemine dans une région profondément disloquée, formée d'écailles charriées portant le Cambrien sur le Carbonifère, et de plus traversée par des fractures; je ne chercherai donc point d'exemple de série stratigraphique sur le versant occidental ; par contre le revers oriental au pied duquel coule le Tié-tchen-'ho dans une gorge profonde offre une coupe très claire. La descente s'effectue d'abord par les grès rouges supérieurs *h*,*b* pourvus d'un pendage E. S. E. l'axe des plis étant N. N. E. Leur caractère est toujours semblable, c'est une masse énorme de grès rouges tantôt sableux, tantôt compacts, et vers leur partie supérieure on recoupe le niveau charbonneux que nous avons déjà signalé si souvent ailleurs dans les mêmes conditions. Le chemin muletier qui descend à Siu-kia-tou par Pai-le-tsen recoupe nettement la couche dans laquelle les Chinois ont fait des recherches au bord même de la piste ; ici, comme ailleurs, le charbon de ce niveau est pyriteux, rempli de nerfs schisteux et comme diffus dans le grès ; il m'a paru inutilisable. Puis la descente se continue sur la roche éruptive (labradorite λ1) ici épaisse d'au moins 80 à 100 m qui repose directement sur l'horizon *h*,*b*. Ensuite le fait remarquable consiste dans l'absence totale de tout le reste du Moscovien et dans le recouvrement directe de la masse de labradorites par l'horizon ouralien *h* 3 à *Fusulina brevicula*, *F. regularis*, etc.

Ainsi, il y a vers l'E. lacune dans la partie supérieure du Moscovien, lacune due, comme je le montrerai à une émersion et une pénéplanation antéouralienne de cette région pendant la fin du Moscovien. Du reste, la puissance de la masse labradoritique épanchée certainement à l'air libre paraît témoigner

suffisamment de l'émersion de la région pendant la fin du Moscovien ; à ce sujet, on peut faire une remarque significative, c'est que là où existe avec une grande puissance la série des labradorites moscoviennes, on constate toujours l'absence de l'étage $h_{,,}$.

En résumé la coupe précédente se présente ainsi :

h 3 Calcaire ouralien à *Fusulines* (*F. brevicula*, *F. regularis*).
› 1 Coulées de labradorites (Hessose) d'une épaisseur minima de 80 à 100 m.
h, b Série des Grès supérieurs avec couche charbonneuse intercalée vers la partie supérieure.

Près du village de Pai-le-tsen, la coupe est brusquement interrompue par une importante fracture presque N. S. au-delà de laquelle recommence la même série, les grès h,b verticaux étant en contact comme le montre la fig. 41 atlas avec les calcaires ouraliens. La gorge entière du fleuve est entaillée dans ces grès ; c'est un des mauvais points de la ligne ferrée sur laquelle à la moindre pluie s'abattent de formidables éboulements.

Vallée du torrent de Tsin-long-kai : Le Moscovien se présente dans la vallée du torrent de Tsin-long-kai où il joue un rôle important. Je n'en donnerai pas de coupes dans cette région car elle est affectée par des dislocations tectoniques intenses et ce n'est pas là qu'on doit chercher des exemples de séries. J'indiquerai simplement en renvoyant le lecteur à ma carte géologique que l'étage est représenté surtout par la série des calcaires blancs h,a à Foraminifères et des grès supérieurs h,b offrant le même faciès que dans la région de Ninh-tchéou située à une trentaine de kilomètres au sud. L'étage des grès inférieurs h, affleure dans la région de Tsin-long-kai dans la vallée ; le faciès des grès bariolés est remplacé en partie par des quartzites ou des arkoses très dures, faciès local ; près de la résurgence de Tou-pi, j'ai observé dans des échantillons de calcaire h,a :

Tetrataxis conica Ehrenb. — *Fusulinella Struvii* V. Moll.
Endothyra cf. *crassa* Brady — *Climacammina communis* V. Moll.

Dans la partie analytique de la Tectonique, je traiterai d'une façon détaillée de la structure et de l'agencement compliqués des terrains dans cette région.

Région à l'est du Tié-tchen-'ho

Ouest de Mi-leu. — Le Moscovien manque totalement ou est toujours excessivement réduit à l'est du Tié-tchen-'ho ; du reste l'Ouralien n'y débute que par les couches h_7 à *Fusulina multiseptata* Schellw., c'est-à-dire comme je le montrerai plus loin, que sa base y manque, et cette assise débute nettement par des poudingues dans la région de 'Hoa-keuou où elle repose directement sur le Dinantien h_{IV} à *Chonetes papilionacea* (V. ante, fig 34 atlas). Mais, si la série gréseuse fait incontestablement défaut dans la région de Mi-leu, le Moscovien n'est pas tout entier absent et il est partiellement représenté par des calcaires noirs pincés en synclinal dans le Dinantien à 1.800^m au N.-N.-E. de 'Hoa-keuou, formant un lambeau témoin, sans continuité de part et d'autre, respecté par l'érosion antérieure à la transgression des couches à *Fusulina multiseptata* Schellw. Ce lambeau contient des fossiles : (1)

(1) J'ai recueilli dans ce même gisement les espèces suivantes que j'avais pu identifier sur place à 'Hoa-keuou même et que je tiens essentiellement à citer, bien que par suite de circonstances difficiles, les exemplaires de ce lot aient été égarés : *Spirifer* cf. *Strangswaysi* de Vern., *Spirifer* cf. *duplicicostatus* Phill., *Chonetes* cf. *Flemingi* Nik et Pr. répondant complètement aux figures données par Loczy de ces formes dans le Sseu-tchoan

Orthothetes crenistria Phill. var. *senilis* Phill.
Hallia sp.
Cyathocrinus sp.
Poteriocrinus sp.
Athyris (Seminula) cf. *subtilita* Hall
Fusulina regularis Schellw. (*F. cylindrica* auct).
Saccamina sp.
Tetrataxis sp.

Les fossiles sont difficiles à extraire du calcaire avec lequel ils se brisent sous le marteau ; les Foraminifères ne sont visibles que sur les surfaces polies à la meule.

Région de Lou-nan, Tien-sen-kouang, a l'E. e'Yi-léang.

Différents niveaux moscoviens affleurent dans la région de Lou-nan, de Tien-sen-kouang, mais toujours de façon irrégulière, ils ont été en partie enlevés par l'abrasion antérieure à la transgression ouralienne; de plus, dans la région de Ta-koa, à l'E. d'Yi-léang les dislocations très considérables interrompent rapidement les séries.

Près de Lo-a-lien affleure sous les calcaires ouraliens un horizon calcaire que nous avons déjà rencontré souvent et que nous avons qualifié *d'horizon de Lo-a-lien*. M. Mansuy y a recueilli :

Cyrtoceras virgatum Mansuy
Soleniscus sycumoïdes Mansuy
Evomphalus nitidus Mansuy
Porcellia Jullidierei Mansuy
Euphemus subsphericus Mansuy
Bellerophon sp.
Murchisonia laevigata Mansuy
Pleurotomaria (Mourlonia) propinqua Mansuy
Favosites ellipticopora Mansuy
Lithostrotion loatiensis Mansuy
Heliophyllum vesiculosum Mansuy

L'horizontalité des couches ne permet pas de voir le terrain plus profondément en ce point (1), mais près de Tien-sen-kouang, on voit le calcaire dolomitique de Lo-a-tien reposer directement sur le Dinantien schisteux.

Au contraire vers l'O. dans la région de Ta-koa, entre cette localité et Ho-mo-tchan, le Moscovien apparaît sous forme de masses de grès et de poudingues avec intercalation de marnes bariolées et de grès calcareux en bancs étroits ; à l'entrée de la grande courbe que décrit le sentier muletier autour de la tête de la vallée du Lou-nan-'ho en venant d'Ho-mo-tchan on recueille dans ces grès :

Endothyra crassa Brady
Endothyra Bowmanni Brady
Valvulina cf. *bulloïdes* Brady
Textularia sp.
Lingulina sp.
Bigenerina cf. *Bradyi* v. Möll.

Cette série gréseuse est rapidement interrompue à l'O. à 3 km. de Ta-koa par une fracture qui la met en contact avec le Cambrien formé de marnes et de grès roses à *R. chinensis* Walc. extrêmement plissé.

Le Moscovien reparaît entre Ta-koa et Yi-léang sous forme de grès rouges et de poudingues dont les galets sont rouges dans un grès sableux rouge, affleurant à peu de distance à l'O. de Siao houng-po. Ce lambeau qui appartient à la base de l'étage *h*, disparaît rapidement sous le Dinantien grésoargileux à *Spirifer subconicus* poussé sur lui comme l'indique la fig. 100 (atlas) (V. *anle*).

En résumé, à l'E. d'Yi-léang le Moscovien se montre formé de lambeaux disparates, n'offrant nulle part de série continue par suite de dislocations tectoniques intenses, ou par le fait d'abrasion avant la transgression ouralienne.

---

(1) Il faut se garder de confondre avec les étages gréseux moscoviens la formation de grès rouge appartenant au *Permien supérieur*, si développé dans la région de Lou-nan.

Le Moscovien au nord de Yun-nan-fou

Entre Yun-nan-fou et le haut Fleuve Bleu le Carboniférien moyen joue un rôle important dans la structure des chaînons montagneux, surtout dans la série des plis parallèles à long parcours entre Cheng-cha et Ta-houen (V. carte géologique). C'est la série des grès supérieurs *h*,*b* qui affleure, avec les calcaires dolomitiques de l'étage *h*,,. Ici, le faciès des grès supérieurs diffère peu de ce que nous avons observé dans le sud. La meilleure coupe à relever est celle que l'on peut étudier entre Pa-long-tchin et Lou-lan .

Coupe de Pa-long-tchin à Lou-lan : En sortant de Pa-long-tchin et en se dirigeant vers le sud, on traverse d'abord une grande masse de calcaire ouralien transgressif sur le Moscovien, puis au bas de la grande descente dans la belle forêt de pins d'aspect provençal qui s'étend jusqu'aux environs de Lou-lan, on circule sur les grès bariolés *h*,*b* à pendage N. O. très épais, puis apparaît un anticlinal de calcaire *h*,*a* orienté N. N. E. à retombées régulières, de l'autre côté duquel reparaît l'horizon gréseux *h*,*b* ; les calcaires de teintes grisâtres contiennent :

Gyroporella sp.
Schwagerina prisca n. sp.
Fusulinella Struvii v. Moll.
Endothyra cf. *crassa* Brady
Climacammina eximia Brady
Tetrataxis conica Ehrenb.

Les couches de l'horizon *h*, *b* qui viennent ensuite offrent un pendage régulier vers le S. S. E. ou le S. E. jusqu'à Lou-lan. Elles forment une série de couches bien litées. L'ensemble de la coupe s'offre ainsi :

	22	Basalte permien.	
h,,	16	Calcaire dolomitique à *Chaetetes* sp., *Favosites* sp.	70 m
	15	Marne bleue.	5 m
	14	Grès quartziteux.	10 m
	13	Marne bleue.	15 m
	12	Banc de grès sableux grossier à plantes.	0 m 30
	11	Marne bleue verdâtre	1 m
	10	Banc de grès sableux grossier à plantes.	0 m 20
	9	Marne bleue.	0 m 50
	8	Banc de grès sableux.	0 m 25
	7	Banc de marne bleue.	1 m 50
	6	Banc de grès sableux à débris de plantes.	0 m 20
	5	Marne bleue.	0 m 50
	4	Grès sableux.	0 m 25
	3	Marne bleue.	0 m 40
	2	Banc de grès.	0 m 35
	1	Marne bleue.	0 m 60
h,*b*.		Puissante masse de grès bariolés, avec intercalations quartziteuses épaisses et lentilles marneuses intercalées.	350 m

h,*a* Calcaires grisâtres à *Foraminifères.*

La fig. 42 (atlas) montre le détail des couches de l'étage *h*, près de Lou-lan. Les bancs gréseux très réguliers intercalés dans les couches de marnes bleues m'ont fourni des plantes, malheureusement en mauvais état, difficiles à dégager convenablement par suite de la friabilité du grès :

Lepidodendron sp.
Lepidodendron sp.

Nulle part, on ne trouve trace de l'horizon des calcaires noirs à *Spirifer mosquensis*, si bien développés à 90 km. au S. dans les séries d'Eul-kai et de Kouen-yang à l'extrémité méridionale du lac de Kouen-yang. D'après les repères fournis par le calcaire dolomitique à *Chaetetes* sp. et la masse des grès *h*, *b*

l'ensemble des marnes bleues et des grès à plantes de l'étage *h*, est leur équivalent ; du reste des traces charbonneuses y paraissent localement, et plus au S. en approchant de Yun-nan-fou une couche charbonneuse assez bien réglée, comme celle de 'He-long-tan, vient s'y intercaler.

Moscovien du pou-tché-'ho. — Le Moscovien reparaît dans la profonde vallée du Pou-tché-'ho, affluent du Liou-chou-'ho ; dans le pli surmonté par la masse charriée du Kin-ch i-kiang et à la constitution duquel participent d'autre part du Dinantien et de l'Ouralien (Coupes générales fig. 169 et 170 atlas). Il y est puissamment laminé et il est impossible de tenter d'y établir des séries un peu continues. J'y rapporte la puissante série des grès rouges, quartzites, grès quartziteux rouges bruns rubannés surmontés d'un épais niveau de poudingues pourprés à ciment gréseux compacts bien développés autour du hameau même de Pou-tche-'ho. En étudiant la Tectonique de cette région, nous chercherons à établir ses relations avec les terrains environnants.

On retrouve des lambeaux moscoviens autour de Tong-tchouan-fou au N. E. de la vallée du Pou-tché-'ho où réapparaît la houille. A Cha-ko (2.600 m.) à la partie supérieure des grès apparaît un horizon schisteux épais d'une soixantaine de mètres, contenant à la base une couche de charbon cendreux de 3 à 4 m ; à cinquante mètres au-dessus apparaît une autre couche de houille épaisse de 1 m qu'on a exploitée sur une longueur de 1000 à 1200 m ; 40 m. plus haut affleure le calcaire h_1. M. Leclère y a ramassé des débris de *Stigmaria*.

Sur le chemin de Tong-tchouan à Lao-tchang, on recoupe la bande plissée du Pou-tché-'ho ; près de la source sulfureuse (2.000 m) la coupe est la suivante :

Calcaires à *Fusulinella Struvii* v. Moll.
Masse de poudingue pourpré à ciment gréseux rouge très dur.
Schistes charbonneux épais de 5 à 6 m.
Masse de grès rouges.

C'est la série du Pou-tché-'ho avec le même horizon de poudingues. Je n'insisterai pas sur les autres affleurements similaires de la région de Tong-tchouan-fou qui appartiennent sûrement tous au Moscovien.

PARALLÉLISME DES AFFLEUREMENTS MOSCOVIENS DANS LES DIVERSES PARTIES DU YUN-NAN ET ABRASION ANTÉ-OURALIENNE DE LA RÉGION A L'E. DU TIÉ-TCHEN-'HO

Avant de rechercher les affinités de ces horizons moscoviens avec ceux des provinces asiatiques chinoises ou autres environnantes, je crois nécessaire de montrer les équivalences des différents affleurements moscoviens répartis au Yun-nan. Pour plus de clarté, j'ai cherché à les résumer dans le tableau ci-joint.

De l'ensemble des descriptions précédentes par régions, il ressort immédiatement que le Moscovien, extrêmement puissant à l'O. de la branche nord-sud du Pa-ta-'ho, est au contraire très réduit ou même manque complètement à l'E. Deux solutions paraissent au premier abord pouvoir faire hésiter : lacune de sédimentation ou lacune par discordance tectonique ; or l'observation précise sur le terrain montre qu'en réalité la question est beaucoup plus complexe. La question des lacunes dues à des accidents tectoniques importants du groupe des étirements peut être tranchée de suite par l'affirmative ; certainement dans beaucoup de cas, comme par exemple entre Ta-koa et Yi-léang, comme dans la région de Tsin-long-kai, des assises manquent par suite de leur disparition dans un pli faille ; mais ce sont des accidents locaux qui sont complètement insuffisants pour expliquer par exemple qu'à l'entrée de la cluse de 'Hoa-keuou l'Ouralien débute seulement par les couches à *Fusulina multiseptata* qui reposent directement par l'intermédiaire d'un poudingue sur le Dinantien à *Chonetes papilionacea*, tandis qu'au voisinage un lambeau de calcaire noir moscovien déjà décrit page 101 s'intercale entre le dit Ouralien et le Dinantien.

Ce simple fait, très significatif, nous permet d'admettre que dans certaines localités le Moscovien s'est déposé, puis a été plissé et enlevé par érosion, en laissant de place en place des témoins, après quoi l'Ouralien est venu transgresser sur les terrains antérieurs. Je m'attacherai à établir dans ce qui suit

combien cette loi est générale, au moins dans la région orientale. Je rappelle que M. Lantenois, ayant constaté que les terrains comprenant les grès moscoviens et les calcaires massifs supérieurs dont il attribuait l'âge au Carbonifèrien supérieur reposaient parfois directement sur le Dévonien, avait conclu à un mouvement orogénique qui s'était produit d'après lui à l'époque dinantienne-moscovienne ; il s'était borné à cette conclusion. Nos observations nous permettent d'analyser les faits d'une façon beaucoup plus approfondie comme on va le voir.

Parallélisme des assises moscoviennes dans le Yun-nan oriental

NOTATION	RÉGION A L'OUEST DU TIÉ-TCHEN-'HO			RÉGION A L'EST DU TIÉ-TCHEN-'HO		RÉGION ENTRE YUN-NAN-FOU ET LE HAUT FLEUVE BLEU	
	RÉGION DE KOUEN-IANG, EUL-KAI, PE-TCHEN, IE-MA TCHOUANG, TONG-'HAI, SI-WO, NINH-TCHÊOU.	RIVES OCCIDENTALES DES LACS DE IANG-TSONG ET DE TCHENG-KIANG, EUL-LONG-SI-CHOU.	RIVE ORIENTALE DU LAC DE IANG-TSONG, WOU-TSA-CHANN.	ENVIRON DE 'HOA KEUOU (N. DE MI-LEU)	RÉGION DE LOU-NAN (OUEST D'YI-LÉANG)	RÉGION DE CHENG-CHA, PA-LONG-TCHIN, DE LOU-LAN (N. DE YUN-NAN-FOU)	VALLÉE DU POU-TCHÉ 'HO, RÉGION DE TONG-TCHOUAN
h 2	Calcaire à Gastropodes horizon de Chouéi-tang	Calcaire de Chouéi-tang.			?	Calcaires gris.	Calcaires dolomitiques sans fossiles.
h 1	Calcaire à Gastropodes (horizon de Lo-a-tién).	Calcaire (horizon de Lo-a-tién).			Calcaire de Lo-a-tien.		
$h_{,,}$	Calcaires dolomitiques à *Chaetetes subradians* Mansuy. Calcaires noirs de Eul-kai, Ta-che-chan, etc. à *Spirifer mosquensis*, etc. Schistes gréseux avec couche de houille. Calcaire gris dolomitique. Calcaire blanc à *Foraminifères* ; marnes sèches avec bancs calcaires intercalés plus ou moins développées.	Calcaire dolomitique à *Chaetetes subradians* Mansuy. Grès quartziteux bleuâtre et schiste avec beau niveau de charbon. Epaisse série de marnes verdâtres et de bancs calcaires dolomitiques alternants (avec *Foraminifères*).	Epaisse nappe de labradorites.	Calcaire noirs à *Spirifer* du groupe de *Strangswayi*.		Série de marnes bleuâtres et de grès sableux à *Lepidodendron*, de 'Hai-men-kiao, Louman, etc.	Masses gréso-schisteuses à charbon avec *Stigmaria*.
h,b	Grès verts schisteux très micacés.	Grès bariolés surtout rouges, avec poudingues et coulée de labradorite au sommet.	Grès bariolés surtout rouges avec *horizon charbonneux* très mauvais à la partie supérieure.		Grès, quartzites, marnes blanchâtres avec intercalations de grès calcareux à *Foraminifères*.	Grès bariolés à teinte rouge dominante, avec intercalations quartziteuses et lentilles marneuses.	Grès quartziteux très durs, avec poudingues à ciment siliceux, de Pou-tché-'ho.
h,a	Horizon calcaire de Chatchong à *Fusulinella Struvii* et nombreux autres *Foraminifères*.	N'affleure pas, existe en profondeur.	N'affleure pas, existe en profondeur.			Calcaires grisâtres à *Foraminifères*, *Fusulinella Struvii*, etc.	
h,	Grès micacés bariolés de le-ma-tchouang.						

PLISSEMENTS ET PÉNÉPLANATION PENDANT LA FIN DU MOSCOVIEN ET LE DÉBUT DE L'OURALIEN

Dans toute la région ouest la série moscovienne offre une épaisseur considérable et une grande variété de terrains. Prenons l'étage dans la région de Tong-'hai où il offre son épaisseur totale, suivons le à l'E. vers Ninh-tchéou, nous le voyons se prolonger dans les mêmes conditions, puis tout à coup il se biseaute brusquement et disparaît totalement dans les hautes chaînes qui bordent à l'O. la plaine de Po-shi ; et là, nous allons voir les couches ouraliennes à *Neoschwagerina craticulifera*, c'est-à-dire un niveau élevé de l'Ouralien, reposer transgressivement sur le *Dévonien plissé*, couvrant tantôt le Dévonien inférieur, tantôt le Mésodévonien, tantôt l'étage supérieur ; la coupe fig. 25 (atlas) montre très nettement ces faits ; des coupes schématiques les résument (Fig. 76 A et B, atlas). De même, dans l'Ouralien nous verrons manquer peu à peu les horizons h_3, puis h_4, puis h_5, à mesure que nous avancerons vers l'E. D'autre part, cette brusque lacune se délimite très bien suivant une ligne qui va de Lin-ngan à Lou-léang, c'est-à-dire traverse le Yun-nan oriental suivant une direction à peu près N. N. E.

Si maintenant, anticipant sur nos descriptions, nous considérons la façon dont se comportera plus tard la région, nous voyons qu'à la fin du Permien moyen cette même ligne sera jalonnée par une énorme formation de poudingues et que de nouvelles lacunes s'y produiront ; c'est donc une ligne de dislocation bien marquée. Elle sera du reste jalonnée de nouveau lors des plissements himalayens par des dislocations intenses et des charriages puissants.

Il appert donc que pendant le Moscovien une partie du Yun-nan, la partie située à l'E. du Tié-tchen-'ho, s'est relevée avec formation d'un bourrelet plissé sur son bord occidental, bourrelet orienté N. N. E., pendant qu'à l'O. les sédiments gréseux s'accumulaient dans la dépression qui le bordait et s'étendait probablement très loin vers l'O. Mais on ne doit pas en conclure que la partie relevée s'est trouvée émergée pendant toute la période, et les lambeaux moscoviens disséminés ça et là, comme celui de 'Hoa-keuou par exemple, indiquent qu'à certains moments la mer qui battait à l'O. le bourrelet plissé faisait des incursions à l'E. de ce bourrelet. Ainsi se sont déposés les calcaires noirs de 'Hoa-keuou, les calcaires gris du Lo-a-tien, tandis que manquent les séries gréseuses ; puis, il y a eu émersion temporaire pendant qu'à l'O. se déposaient les calcaires à *Fusulina brevicula,* ceux à *Fusulina Tchengkiangensis*, ceux à *Fusulina kattaensis*, dont l'ensemble atteint près de 500^{m} et qui manquent d'une façon absolue à l'est. Cette période a vu la pénéplanation de la région située à l'E. du Tié-tchen-'ho, puis la mer ouralienne est revenue sur cette zone aplanie où tous les plis étaient décapés, recouvrant tantôt un étage dévonien, tantôt le Dinantien ou un horizon moscovien là où les circonstances avaient permis à l'érosion de les laisser subsister ; plus on avance vers le N. vers Lou-léang et plus la transgression ouralienne se fait tardive ; aux environs de Tien-sen-kouang par exemple ce sont les calcaires à *Schwagerina princeps* Ehr. qui reposent directement sur les terrains envahis, tandis que dans la région de Mi-leu c'est par un horizon moins élevé, celui à *Fusulina multiseptata* que débute le Supracarbonifère (V. fig. 25 et 34 atlas).

C'est dans l'axe du bourrelet plissé bordant les terres émergées ou tendant à émerger que manque le plus grand nombre d'horizons ; ainsi dans la région de Siu-kia-tou une épaisse nappe de labradorites remplace toute la série des niveaux depuis h_1 jusqu'à h_2.

Donc pendant le Moscovien, une tendance à l'exondation s'est montrée à l'E., tandis que des plissements importants donnaient naissance à une chaîne montagneuse allongée vers le N. N. E.; par moments la mer est revenue dans la région émergée en y déposant des sédiments fossilifères ; des éruptions assez importantes de labradorites ont accompagné ces mouvements ; pendant la fin du Moscovien l'œuvre de l'érosion a profondément nivelé la région sur laquelle l'Ouralien est venu transgressivement étaler ses sédiments. Cette pénéplanation a naturellement provoqué surtout l'ablation du Moscovien dernier terrain déposé.

COMPARAISON DES DÉPÔTS MOSCOVIENS DANS LES DIFFÉRENTES PARTIES DU YUN-NAN

D'une façon générale il y a beaucoup de fixité dans les faciès des divers horizons moscoviens au Yun-nan. Le tableau ci-joint montre la constance du faciès gréseux dans les horizons h_1 et h_2 b et du faciès calcaire dans l'horizon h_2 a ; il y a évidemment des modifications locales, fréquentes même, comme cela est

nécessaire dans des séries éminemment détritiques, mais le caractère essentiel des formations reste le même, des environs de Lin-ngan jusque dans la région de Tong-tchouan, c'est-à-dire sur 400 km. de longueur ; de même, entre Yun-nan-fou et Ta-li-fou, une puissante série de grès rouges représente certainement encore le Moscovien gréseux du Yun-nan oriental.

C'est seulement dans l'étage h_1 que les faciès ne restent pas constants ; ainsi la série des calcaires noirs bien développés au S. du lac de Kouen-yang, caractérisés par *Spirifer mosquensis* Fisch., passent latéralement à des calcaires dolomitiques très différents dans la région d'Eul-long-si-chou, tandis que la série complète disparaît entre Siu-kia-tou et Tch'eng-kiang pour faire place à une série de coulées de labradorites. Au N. de Yun-nan-fou au contraire, on observe l'équivalence de l'horizon marin à *Sp. mosquensis* dans la série de marnes bleues et de grès sableux à *Lepidodendron* de Lou-lan et 'Hai-men-kiao, tandis que plus au N. encore, à 150 km. de Yun-nan-fou, dans la région de Tong-tchouan ce sont des masses schisteuses charbonneuses à *Stigmaria* qui représentent cette même série.

Les horizons calcaires de Lo-a-tien et de Chouéi-tang sont relativement constants dans tout le Yun-nan oriental. Ils manquent complètement dans la région de Mi-leu.

COMPARAISON DES DÉPÔTS MOSCOVIENS DU YUN-NAN ET DES RÉGIONS ASIATIQUES ENVIRONNANTES

Yun-nan occidental : Le seul gisement de cet âge reconnu par V. Loczy dans son itinéraire est celui de *Ta-li-chau*. Ce savant y cite :

Productus sp.
Productus cf. *semireticulatus* Mart.
Spirifer cf. *alatus* Schloth.
Spirifer aff. *mosquensis* Fisch.
Spirifer aff. *carnicus* Schellw.
Spirifer aff. *Strangswaysi* Vern.
Hallia sp. indt.
Favosites cf. *jabiensis* Waag. et Wentz.
Cyathocrinus sp.

Cette faune a un cachet moscovien évident. V. Loczy fait remarquer que *Spirifer alatus* est une forme du Permien d'Europe, mais l'espèce de Ta-li-chau n'est pas l'espèce type.

Kan-sou : On retrouve le Moscovien fossilifère là où le Dinantien est aussi représenté dans le Kan-sou où V. Loczy a trouvé des gisements intéressants. — Près de Ting-tian-tching, au pied septentrional des Nan-chann, dans le Ki-lien-chann, il a décrit un gisement pourvu d'une faune très complète où des schistes argileux alternent avec des calcaires et des bancs gréseux. Les calcaires et les schistes contiennent des fossiles marins tandis que les grès offrent des plantes westphaliennes. (Loczy in Szechenyi, op. cit., p. 183). V. Loczy cite dans les grès :

Cordaites sp.
Calamites Suckowi Brongt.

Dans les calcaires :

Phillipsia kansuensis Loczy
Cyrtoceras indt.
Nautilus Kayseri Loczy
Nautilus (Temnocheilus) Waageni Loczy
Bellerophon (Bucania) incerta Loczy
Straparollus cf. *placidus* de Kon.
Loxonema Szechenyii Loczy
Macrocheilina Kreitneri Loczy
Lima cf. *Haueriana* de Kon.
Aviculopecten cf. *exoticus* Eichw.
Macrodon aff. *tenuistriata* Meek
Cardiomorpha aff. *concentrica* de Kon.
Productus semireticulatus Mart.
Productus punctatus Mart. var. *elegans* M. Coy.
Productus scabriculus Mart.
Productus aculeatus Mart.
Productus (Marginifera) longispinus Sow.

Chonetes pseudovariolata Nik.
Orthis indt.
Enteletes Lamarcki Fisch.
Orthothetes crenistria Phill.*
Spirifer mosquensis Fisch.*
Spirifer Strangswaysi de Kern.
Reticularia lineata Mart.
Athyris cf. *Royssii* Léveil.
Dielasma vesicularis de Kon.
Rhabdomeson cf. *rhombiferum* Phill.
Cyathocrinus indt.
Hallia sp.

(Fusulina cylindrica Fisch.*) Fusulina regularis* Schellw.*
Fusulinella Loczyi Lorenth *
Archaediscus Karreri Brady
Spirillina irregularis Moll. *
Valvulina cf. *bulloïdes* Brady *
Tetrataxis conica Ehrenb.*
Climacammina eximia Brady *
Climacammina cf. *communis* Moll.*
Endothyra cf. *crassa* Brady *
Endothyra sp,
Bradyina rotula Eichw.*
Nodosinella simplex Lorenth. *

Cette liste dans laquelle les formes recueillies par nous au Yun-nan ont été marquées d'un astérisque montre les rapports fauniques très grands du gisement de Ting-tian-tching et des calcaires moscoviens yunnanais.

Dans les environs de San-ta-chien une série analogue formée de calcaires à Fusulines alternant avec des grès jaunes à plantes contient (Loczy *in* Szechenyi, *op. cit.* p. 185) :

Bellerophon (Euphemus) Urii Flem.
(Fusulina cylindrica Fisch.*)* F. *regularis* Schellw.*
Fusulina sp. ind.
Fusulinella Struvii Moll. *
Spirillina irregularis Moll. *
Nodosaria (Dentalina) sp.
Tetrataxis conica Ehrenb.*
Climacammina Bradyi Moll. *
Lingulina Szechenyi Lorenth. *

A 100 km. à l'O. N. O. de Ting-tian-tching, les calcaires de Kan-tchou-fou ont offert à Loczy (*in* Szechenyi, *op. cit.* p. 194) :

Aviculopecten cf. *exoticus* Eichw.
Chonetes pseudovariolata Nik.
Chonetes cf. *uralica* Moll. var. *pygmaea* Loczy
Spirifer mosquensis Fisch.*
Spirifer Strangswaysi de Vern.*
Athyris cf. *Royssii* Léveil.
Eumetria cf. *grandicosta* Dav.
(Fusulina cylindrica Fisch.*) Fusulina regularis* Schellw.*
Fusulinella Struvii Moll.*
Tetrataxis conica Ehrb.*

Un certain nombre d'espèces appartiennent aux couches de Gshel en Russie et par conséquent sont ouraliennes ; par contre les formes les plus typiques sont franchement identiques à celles des couches de Moscou ; ce sont également celles que nous avons recueillies au Yun-nan et la continuité de la faune moscovienne à travers l'Asie centrale se montre très accusée depuis la Russie jusque dans l'Asie sud-orientale.

En effet, on connaît dans le *Tien-chann* des couches calcaires moscoviennes où au Tekelik-Tagh Bogdanowitch a trouvé :

Bellerophon cf. *Urii* Flem.
Spirifer mosquensis Fisch. *
Chonetes variolata d'Orb. (*pseudovariolata* Nik).
Productus tenuistriatus de Vern.
Productus semireticulatus Mart.

La faune à *Spirifer mosquensis* paraît avoir eu une grande extension, puisqu'au nord du continent de l'Angara on l'a retrouvée à l'embouchure de la Léna (1).

(1) Von Toll. Acad. de St, Pétersbourg (8), IX, p. 2.

Indochine, Tonkin : M. Jourdy a recueilli en 1886, dans les calcaires de la montagne de l'Eléphant près de Haiphong, un brachiopode attribué au *Spirifer mosquensis* d'après M. Douvillé. Des fouilles récentes ont été faites en ce point. Les matériaux sont à l'étude, mais cependant selon toutes probabilités ils appartiennent au Dinantien. (1) Ceci sera l'objet de travaux ultérieurs.

Hindoustan, Himalaya : Les *calcaires inférieurs à Productus* reposent dans la Salt Range sur des grès mouchetés, accompagnés d'argiles à blocaux et de conglomérats à *Conulaires* que Tchernytchew attribue, avec raison semble-t-il, au Moscovien ; ce faciès est tout à fait différent de ce que l'on observe en Chine. Il faut probablement considérer aussi comme moscovienne la partie inférieure des couches de Kumaon et de Gharwal.

Iles de la Sonde : La base du calcaire noir à Fusulines de Padang (Sumatra) étudié par Fliegel (2) appartient probablement au Moscovien comme l'indiquerait la présence de fossiles de l'horizon à *Spirifer mosquensis*.

La conclusion de ces comparaisons est que la faune du calcaire de Miatschkowo s'étend largement sur l'Asie centrale et sud-orientale, avec des variations en somme assez faibles. Quant à nos propres observations au Yun-nan, elles montrent que le Moscovien, loin d'y manquer, s'y présente au contraire avec une puissance insoupçonnée jusqu'à présent.

OURALIEN

Dans le précédent chapitre nous avons déjà montré les causes pour lesquelles nous plaçons la limite entre le Moscovien et l'Ouralien entre les horizons h_2 du calcaire de Chouéi-Tang et h_3 du calcaire à *Fusulina brevicula*, parce que c'est avec ce dernier niveau que débute la transgression des calcaires à Fusulines, dans le cas où le Moscovien a partiellement disparu lors de la pénéplanation effectuée à la fin de cette période dans la région située à l'E. du Tié-tchen-'ho.

Le dépôt des calcaires h 3 est ainsi précédé par un évènement orogénique important ; la lacune qui en est le résultat et qui amène la suppression fréquente des calcaires à *Spirifer mosquensis* et des calcaires des horizons de Chouéi-tang et de Lo-a-tien autorise à faire débuter l'Ouralien par les couches h_3. D'autres arguments du reste viennent militer en faveur de cette façon d'envisager la séparation du Moscovien et de l'Ouralien. Ainsi par exemple, le fait que les calcaires de Chouéi-tang et de Lo-a-tien renferment une faune dont le cachet offre encore des affinités même avec le Viséen, tandis que les calcaires par lesquels nous faisons commencer l'Ouralien sont des dépôts presque uniquement remplis de Fusulines.

En général, ce sont presque uniquement des horizons à Fusulines et Schwagérines qui composent l'Ouralien yunnanais et seule une étude très précise des Foraminifères de chaque horizon a pu nous permettre d'établir une série stratigraphique détaillée. Mes explorations m'ont mis entre les mains un très riche matériel de Fusulinidés que je décris dans un Mémoire particulier, (3) complément de la présente étude.

Les Fusulinidés peuvent incontestablement fournir des données très précises sur les horizons auxquels ils appartiennent, mais à la condition *essentielle* de s'adresser toujours à des sections orientées et centrées.

J'ai été ainsi amené à considérer dans l'Ouralien yunnanais la série des horizons suivants, très bien délimités dans leur extension verticale :

(1) D'après les espèces étudiées actuellement par M. Mansuy.

(2) Zeit. d. G. 1898, p. 392.

(3) *Etude des Fusulinidés de Chine et d'Indochine et classification des calcaires à Fusulines.* Mémoires du Service Géologique d'Indochine. Vol. I, fascicule III, p. 1 à 77, planches I à IX, 1912, Hanoi.

Épaisseur de 800 m. environ. . . . .

- *h* 9 *a* Calcaire à *Neoschwagerina multicircumvoluta* n. sp.
- *h* 9 Calcaire à *Neoschwagerina craticulifera* Schwag.
- *h* 8 Calcaire à *Schwagerina princeps* Ehrenb.
- *h* 7 *a* Calcaire à *Fusulina incisa* Schellw.
- *h* 7 Calcaire à *Fusulina multiseptata* Schellw. *et Doliolines (Doliolina Aliciae* n. sp.)
- *h* 6 Calcaire à *Doliolina Claudiae* n. sp. et *Fusulinelles.*
- *h* 5 Calcaire à *Productus* cf. *compressus* Waagen
- *h* 4 Calcaire à *Fusulina Kattaensis* Schwag.
- *h* 3 *a* Calcaire à *Fusulina Tcheng-kiangensis* n. sp. et *Fus. regularis* Schellw.
- *h* 3 Calcaire à *Fusulina brevicula* Schwag. et *Fus. regularis* Schellw.

La série des horizons précédents est très irrégulièrement représentée au Yunnan, d'après la région où on les considère. Ainsi, dans toute la partie située à l'O. du Tié-tchen-'ho, l'Ouralien débute par les horizons de base, tandis que dans la région de Mi-leu c'est par les calcaires à *Fusulina multiseptata* Schellw. c'est-à-dire par un horizon déjà élevé ; dans la région de Lou-nan c'est par l'horizon à *Doliolina Claudiae* n. sp.

Par contre dans la région occidentale manquent certains horizons comme les calcaires à *Dol. Claudiae* n. sp. Mais d'une façon générale on peut exprimer cette conclusion que la série est complète à l'O., tandis que dans la partie orientale la transgression ne se produit que vers le milieu de l'Ouralien.

Nous ferons immédiatement remarquer, bien que nous devions revenir sur cette question importante, que nous plaçons les couches à *Fusulina Kattaensis* du Yunnan, équivalentes des couches du même horizon dans l'Inde, dans l'Ouralien ; en d'autres termes suivant les vues de M. Tchernytchew nous considérons que le calcaire à Productus inférieur doit passer entièrement dans l'Ouralien ainsi que le calcaire à Productus moyen au moins en partie (1).

J'ai montré précédemment que pendant la fin du Moscovien un bourrelet plissé, formant une chaîne émergée ou au moins une série d'îles, s'est allongé avec une direction N.-N.-E. des environs de Lin-ngan vers la région de Lou-nan, jalonnant la bordure de la région surélevée à l'E. du Tié-tchen-'ho. Comme l'Ouralien présente des différences marquées dans la continuité des horizons à l'est et à l'ouest de la chaîne, je décrirai successivement l'Ouralien de part et d'autre de cette chaîne d'âge hercynien que, pour fixer les idées, j'appellerai « chaîne du Tié-tchen-'ho. » (2)

Région à l'ouest de la chaîne du Tié-tchen-'ho.

A l'O. de la chaîne hercynienne du Tié-tchen-'ho, c'est-à-dire grosso modo d'une ligne tirée de Lin-ngan vers Lou-nan sur l'emplacement de laquelle se produiront plus tard de nouveaux mouvements (fin du Permien), la série ouralienne telle que nous l'avons définie se montre à peu près complète. — La monotonie des faciès calcaires est très grande. Nulle part ne s'observe la moindre intercalation gréseuse ou schisteuse. Je décrirai simplement un certain nombre de coupes à l'appui de la succession exposée plus haut.

Les dépôts ouraliens sont rares dans toute la région comprise entre Lin-ngan, T'ong-'hai et Si-wo. Il est évident d'après ce que l'on observe aux alentours qu'ils ont complètement recouvert cette région, mais les pénéplanations successives antérieures au Pliocène qui rabotèrent complètement la région en décapitant tous les plissements les ont enlevés en grande partie et on n'en observe plus que des lambeaux calcaires pincés dans des axes de synclinaux.

---

(1) Nous n'envisageons pas ici les limites de l'Ouralien telles que M. Lantenois les avait établies au Yun-nan, ce qui, du reste, n'enlève rien à la valeur de ses observations. Nous plaçons simplement les coupures ailleurs, englobant la plus grande part de son Ouralien dans notre Moscovien et descendant les couches à *Neoschwagerina craticulifera* sensu stricto dans l'Ouralien.

(2) Il faut remarquer que ce bourrelet hercynien ne coïncide pas avec la branche N.-S. du Pa-ta-'ho ou Tié-tchen-'ho, mais le recoupe près de Po-shi étant donnée sa direction N. N. E.

Région de Tong-'hai, 'Ho-si, Si-wo. — A Tong-hai, le calcaire gris qui forme les collines longeant le lac à l'Ouest contient une série d'horizons à Fusulines butant par faille contre les schistes gréseux verts moscoviens *h,b* (V. coupe fig. 36 atlas). On observe, en se rapprochant du lac, les calcaires plongeant vers celui-ci :

*h*4 Calcaire gris foncé compact rempli localement de *Fusulines* allongées.
*h*3 *a* Calcaire gris foncé riche en Foraminifères. L'horizon *h*3 *a* contient :

Fusulina Tcheng-kiangensis n. sp.
Fusulina regularis Schellw.
Endothyra sp.
Fusulinella cf. *lævis* Schellw.
Textularia cf. *Bradyi* Möll.
Bigenerina sp.

La forme caractéristique de cet horizon est la *Fusulina Tcheng-kiangensis* qui se trouve exclusivement à ce niveau. *Fusulina regularis* Schellw., la *Fusulina cylindrica* auct., n'est pas caractéristique puisqu'on la trouve déjà dans le Moscovien et qu'elle se trouve dans d'autres horizons ouraliens. *Fusulina Tcheng-kiangensis* n. sp. est une jolie forme, par endroits très abondante ; très particulière, elle ne se rapproche d'aucune autre espèce. Elle est décrite dans le fascicule 3 (Etude des Fusulinidés de Chine et d'Indochine, etc, p. 20 et planche IX, fig. 16 et 17).

L'horizon *h*4 est formé de calcaires gris de même teinte que les précédents, compacts, à cassure esquilleuse, qui sont pétris par places de Fusulines allongées du groupe des Fusulines subcylindriques de l'Inde:

Fusulina Kattaensis Schwag.
Fusulina Pailensis Schwag.

Il est remarquable qu'on ne rencontre dans cet horizon que ces Fusulines allongées caractéristiques du calcaire à Productus de l'Inde, à l'exclusion de toute autre espèce.

Les calcaires plongeant sous le lac de Tong-'hai, il est impossible de vérifier le reste de la série, de même qu'on ne voit pas affleurer l'horizon *h*3, effondré le long de la faille qui met l'Ouralien en contact avec les grès supérieurs moscoviens.

Entre 'Ho-si et Si-wo, à Pou-nai-chan un calcaire blanc grisâtre est pincé en synclinal aigu dans les grès moscoviens, mais en discordance tectonique certaine. Il appartient à l'horizon *h*5 :

*h*5 Calcaire blanc grisâtre de Pou-nai-chan. On y recueille :

Productus compressus Waag. (1)
Fusulinella sp.
Climacammina communis v. Moll.
Endothyra Bowmanni Phill.

Entre Si-wo et Kouen-yang, l'Ouralien a été partout enlevé par l'érosion et le Carboniférien est comme nous l'avons vu représenté uniquement par le Moscovien d'une puissance considérable.

Extrémité méridionale et rive occidentale du lac de Tch'eng-kiang. — Par contre l'Ouralien est très développé un peu à l'E. le long de la rive occidentale du grand lac de Tch'eng-kiang dont il constitue en partie les abrupts si pittoresques. Les gisements fossilifères sont nombreux. — Ce sont uniquement les horizons de base qui affleurent. La série des horizons est rarement continue, parce que la région est découpée par des fractures nombreuses dérivées de la fracture principale du lac (V. fig. 103 atlas).

A l'extrémité sud du lac l'Ouralien est découpé par des failles parallèles qui interrompent les horizons calcaires. Autour de Lou-khi les calcaires offrent une grande épaisseur entre Hou-cheu-ngai et Lou-khi, on observe à la descente sous les basaltes :

*h*3*a* Calcaire gris foncé.
*h*3 Calcaire gris de fer.

(1) Signalé par M. Lantenois

L'horizon *h*3 renferme un peu partout, sans qu'on puisse indiquer de gisement défini :

Fusulina brevicula Schwag.
Fusulina Dussaulti n. sp.
Fusulina regularis Schellw.
Fusulinella cf. *laevis* Schellw.
Lingulina Szechenyi Lorenth.
Climacammina cf. *communis* v. Moll.
Bigenerina elegans v. Moll.
Margaritina Schwageri Zitt.

Dans *h*3*a*, calcaires gris de fer très durs, compacts :

Fusulina tchengkiangensis n. sp.
Fusulina regularis Schellw.
Endothyra Bowmanni Phill.
Climacammina communis v. Moll.
Textularia Bradyi v. Moll.

Près du village de Lou-khi les calcaires *h* 3 *a* sont effondrés le long de la faille qui borde le lac à l'Est et sont ramenés au niveau des calcaires *h* 3.

A l'O. de la plaine alluviale de Lou-khi, produite par le retrait du lac de Tch'eng-kiang, on observe entre Si-'hai-pien et Hai-men-kiao de nombreux gisements fossilifères ; le sentier qui longe le lac recoupe des bandes variées d'Ouralien, mais avec constantes interruptions par des failles. Entre Si-'hai-pien et Hai-men-kiao, où se trouve l'entrée du déversoir du lac de Kiang-tchoan au lac de Tcheng-kiang, on observe la coupe suivante en partant de Si-'hai-pien :

Permien supérieur.	1° Basaltes au sortir du village à l'ouest.	pendage vertical.
Permien moyen.	2° Calcaire blanc jaunâtre à *Doliol. lepida* Schw.	
Ouralien (série régulière)	3° Calcaire blanc cristallin *h* 5 à : *Lonsdaleia* cf. *virgalensis* Waag. et Wentz. *Zaphrentis* sp. *Disjectopora* sp. *Fusulinella* sp.	pendage à 45° E.
	4° Calcaire gris à *Fusulina Kattaensis* Schwag.	
	5° Calcaire gris noir à : *Fusulina tchengkiangensis* n. sp. *Fusulina regularis* Schellw. *Textularia* cf. *Bradyi* v. Moll. *Bigenerina elegans* v. Moll. *Margaritina Schwageri* Zitt. *Endothyra* cf. *Bowmanni* Phill.	

Faille.

Moscovien *h*,, 6° Grès et calcaires en plaquettes. . . . . Pendage modéré Est.

Faille.

7° Calcaire blanc (formant les hauteurs culminantes entre le lac de Tch'eng-kiang et celui de Kiang-tchoan) *h* 8. . . . . Pendage O. N. O.

Schwagerina princeps Ehrb.
Schwagerina fusulinoides Schellw.
Lophophyllum sp. (1)
Lonsdaleia indica Waag. et Wentz.
Zaphrentis sp.
Amplexus sp.
Dielasma sp.

(1) Les polypiers s'observent sur de larges surfaces polies où ne peuvent mordre ni le marteau ni le masse. Le *Lophophyllum* m'a paru extrêmement voisin du *L. proliferum* Kays.

8° Labradorite.

Faille.

9° Calcaire gris *h3a* formant avec les suivants les versants rapides du déversoir de 'Hai-men-kiao :
Fusulina tchengkiangensis n. sp.
Fusulinella laevis Schellw.
Bigenerina elegans v. Moll.
Fusulina regularis Schellw.
Textularia cf. *Bradyi* v. Moll.
Linguliua decipiens Schellw.
Margaritina Schwageri Zitt.
Endothyra parva v. Moll.
Endothyra sp. indt.

10° Calcaire gris noirâtre *h3* :
Fusulina brevicula Schwag.
Fusulina Dussaulti n. sp.
Fusulina regularis Schellw.
Fusulinella cf. *laevis* Schellw.
Fusulinella sp.
Linguliua decipiens Schellw.
Bigenerina elegans v. Moll.
Endothyra sp.
Margaritina Schwageri Zitt.

} Pendage E.

Rive occidentale du lac de Tch'eng-kiang : Les calcaires ouraliens font partie du système monta-gneux, bordé par la fosse du lac, qui s'élève le long de sa rive occidentale. — Ils existent dans l'axe des synclinaux des plissements qui sont biseautés par la faille de bordure occidentale du lac. On les observe également en lambeaux effondrés le long de cette même faille et noyés en grande partie dans les eaux du lac. Le sentier muletier de Kiang-tchoan à Tch'eng-kiang qui longe cette merveilleuse côte occidentale, uned es plus pittoresques et des plus grandioses suites de tableaux que l'on puisse contempler, franchit fréquemment ces lambeaux ouraliens plaqués contre les dépôts moscoviens plissés le long desquels ils sont abaissés dans l'effondrement de la zonc de fracture du lac. Le lecteur se rendra au mieux compte de ces faits en se reportant à la Carte géologique et à la fig. 103 (atlas).

Lambeau de Min-hin. — Le village de Min-hin se trouve sur une étroite plateforme de calcaire ouralien effondré le long du moscovien gréseux ; c'est le calcaire *h3* qui la forme. J'y ai observé dans le calcaire de teinte enfumée gris noir :

Fusulina brevicula Schwag.
Fusulina regularis Schellw.
Fusulinella cf. *laevis* Schellw.
Margaritina Schwageri Zitt.
Linguliua decipiens Schellw.
Bigenerina elegans v. Moll.

Li-tchang. — Le village de Li-tchang se trouve situé au bord du lac sur les calcaires ouraliens qui forment la retombée E. d'un anticlinal dont l'axe est occupé par la masse des grès moscoviens supérieurs *h, b.* Les horizons *h3* et *h3a* sont représentés. Les calcaires *h3* m'ont fourni au sortir de la très petite plaine de rizières au S. du village, au bord même du lac :

Fusulina brevicula Schwag.
Fusulina regularis Schellw.
Fusulina Dussaulti n. sp.

Dans les calcaires *h3a*, toujours de la même teinte gris noir foncé, sous le village, toujours au bord du lac, j'ai trouvé :

Fusulina tchengkiangensis n. sp.
Fusulina regularis Schellw.
Fusulinella sp.
Bigenerina elegans v. Moll.
Margaritina Schwageri Zitt.

En suivant la grève du lac, on trouve à 500 m. au N. du rocher de Li-tchang une pagode près du lac ; là, la plate-forme qui s'étend du pied des sommets au bord du lac est recouverte par des alluvions et on voit mal le terrain ; seulement tout à fait au bord en masses pointant à peine hors de l'eau ou dans les graviers de la rive on voit des calcaires blancs permiens à *Fusulina Lantenoisi* n. sp., *F. Mansuyi* n. sp., *F. Richthofeni* Schw., *Doliolina lepida* Schw.

Au nord de Li-tchang, les calcaires ouraliens forment dans le lac un large cap escarpé, prolongé par des récifs ; ce sont le prolongement de ceux de Li-tchang. Près du petit pagodon au bord du lac des calcaires noirs à veines spathiques blanches m'ont fourni :

Fusulina brevicula Schwag.
Fusulina Dussaulti n. sp.
Fusulina regularis Schellw.

Synclinal du Tien-chann. — On retrouve ensuite l'Ouralien entre les villages de Lou-tchang et de Tien-chann où il forme le synclinal suspendu de la grande aiguille du Tien-chann, encadré au S. et à l'E. par des failles. La coupe fig. 40 (atlas) à laquelle je prierai le lecteur de se reporter montre nettement l'allure des calcaires ouraliens et leurs rapports avec les calcaires moscoviens sous-jacents. — Du côté du lac le synclinal est brusquement coupé par la fracture, de sorte qu'il donne naissance à un grand à pic au-dessus de la nappe d'eau. Les fig. 40 et 103 (atlas) montrent également les rapports du synclinal du Tien-chann et des fractures.

La série des calcaires est la suivante de bas en haut.

Ouralien (base). . { *h* 3 *a* Calcaires gris enfumés. / *h* 3 Calcaire noir très cristallin.
Moscovien *h* 1-2 Calcaires de Chouéi-tang et de Lo-a-tien.

L'horizon *h*3 contient des Fusulines peu abondantes en ce point :

Fusulina brevicula Schwag.
Fusulina Dussaulti n. sp.
Climacammina cf. *communis* v. Moll.

h 3 *a* renferme la faune de Foraminifères déjà reconnue ailleurs :

Fusulina tchengkiangensis n. sp.
Fusulina regularis Schellw.
Fusulinella cf. *laevis* Schellw.
Bigenerina elegans v. Moll.
Margaritina Schwageri Zitt.

Région de Yun-nan-fou, pourtour du Lac de Iang-tsong, Eul-long-si-chou, Iang-lin

Dans toute cette zone les calcaires inférieurs de l'Ouralien sont bien développés.

Sur la côte occidentale du lac de Yun-nan-fou, dans les falaises du Si-chann qui surplombent le lac, la série des calcaires ouraliens offre une épaisseur énorme d'au moins 400 mètres.

*h*7 Calcaires clairs à *Fusulina tenuissima* Schellw. (rare)
*h*6 Calcaires gris rosés à *Fusulinelles* et *Doliolina Claudiae* n. sp. (rare)
*h*5 Calcaire clair à *Productus* cf. *compressus* Waag.
*h*4 Calcaires gris enfumés sans fossiles (horizon à *F. Kattaensis* Schw.).
*h*3*a* Calcaires gris à Fusulines.
*h*3 Calcaire noir à Fusulines.

h_3 contient en abondance :

Fusulina brevicula Schwag.
Fusulina regularis Schwag.
Fusulina Dussaulti n. sp.

h_{3a} est caractérisé nettement par la forme :

Fusulina tchengkiangensis n. sp. qu'accompagne *Fusulina regularis* Schellw.

Synclinal de la rive occidentale du lac de Iang-tsong. — L'Ouralien occupe l'axe du synclinal moscovien déjà décrit. V. Coupe fig. 37 (atlas). On peut facilement étudier les calcaires à Fusulines dans la descente de Chouéi-tang au lac. La ligne ferrée, au delà du coude qu'elle décrit avant la grande descente sur Tien-so, descend dans les calcaires de cet âge.

La coupe, au delà des calcaires à Gastropodes de Chouéi-tang, se poursuit par les calcaires ouraliens ployés en synclinal comme le montre la coupe fig. 37 (atlas) ; l'axe du synclinal rencontre rapidement la faille du lac qui le coupe brusquement (fig. 106 atlas et Carte géologique). La série est la suivante :

400 m. $\left\{\begin{array}{ll} h_5 & \text{Calcaires grisâtres à } \textit{Productus} \text{ au voisinage du lac, dans l'axe même du synclinal.} \\ h_4 & \text{Calcaire gris enfumé.} \\ h_{3a} & \text{Calcaire gris noir compact.} \\ h_3 & \text{Calcaire gris d'acier compact.} \end{array}\right.$

Les calcaires h_3 qui succèdent à l'horizon de Chouéi-tang (Moscovien) sont remplis de *Fusulines*. On y observe :

Fusulina brevicula Schwag.
Fusulina regularis Schellw.
Fusulina Dussaulti n. sp.
Fusulinella gigantea n. sp.
Fusulinella laevis Schellw.
Nautilus sp. indt.
Athyris subtilita Hall.

et de nombreux brachiopodes, *Productus* surtout, qu'il est impossible de dégager de ce calcaire qui se brise en éclats esquilleux tranchants irréguliers.

Dans h_{3a}, horizon habituel des calcaires gris enfumés, j'ai trouvé en abondance :

Fusulina tchengkiangensis n. sp.
Fusulina regularis Schellw.
Bigenerina elegans v. Moll.
Margaritina Schwageri Zitt.

h_4 offre de rares et mauvais échantillons de Fusulines longues :

Fusulina Kattaensis Schw. ou *F. pailensis* Schwag. ?

h_5 forme une masse de calcaires gris pauvres en fossiles, dolomitiques. On peut y déterminer :

Nautilus sp.
Athyris subtilita Hall.
Spiriferina cristata Schl.
Fusulina regularis Schellw.

Au nord d'Yi-léang l'Ouralien se montre dans les masses calcaires d'Eul-long-si-chou, de Si-yang tang, Cheu-tseu-ho, entre ce village et Ma-fan et dans la partie nord occidentale du Yo-liang-chann à l'O. de la plaine de Iang-lin. J'y ai reconnu les horizons h_{3a} et h_5 seuls fossilifères, et contenant les formes de Fusulines décrites dans les séries précédentes ; il me paraît inutile de donner à nouveau les mêmes listes de fossiles. Les gisements fossilifères sont assez difficiles à indiquer dans le cas des Fusulinidés, car ces fossiles se trouvent répandus de façon inégale ; d'une façon générale un même horizon en contient un peu partout, seule varie l'abondance des individus.

Entre Tch'eng-kiang et Siu-kia-tou. — Nous retrouvons ici l'Ouralien transgressif sur les grès h,b du Moscovien, dans les conditions offertes par la coupe fig. 41 déjà décrite ; le fait est très net entre Tcheng-kiang et Siu-kia-tou où sur la labradorite (Hessose) λ_1 recouvrant les grès rouges charbonneux

h,b repose un calcaire gris cristallin, pauvre en fossiles, représentant l'horizon h_3 ; du *Moscovien* manquent ici tout l'étage h_2 et la masse des calcaires de Chouei-tang et de Lo-a-tien. J'ai trouvé dans les calcaires reposant sur la roche éruptive et formant un horizon d'une épaisseur de 70 m. environ :

Fusulina brevicula Schwag. *Fusulina Dussaulti* n. sp.

Chaîne entre le Tié-tchen-'ho et l'extrémité N. du lac de Tch'eng-kiang. — La région montagneuse limitée entre le cours du Tié-tchen-ho de Lou-fong-tsouen à Siu-kia-tou et la partie septentrionale nord du lac de Tcheng-kiang, c'est-à-dire la partie septentrionale du Wou-tsa-chann, est complètement disloquée et formée d'un enchevêtrement d'écailles cambriennes et carbonifériennes, d'où l'impossibilité complète de relever une série continue.

Entre Siao-lang-po et Houéi-chouéi-lang passe, comprise entre deux plis failles, avec une direction N. N. E., une bande de calcaires très disloqués à peu près impossibles à délimiter de façon précise, dans lesquels j'ai reconnu des calcaires noirs à *Fusulina brevicula* Schwag., *Fusulina Dussaulti* n. sp., les calcaires enfumés à *Fusulina tchengkiangensis* n. sp., et des calcaires blancs jaunâtres avec :

Schwagerina princeps Ehrb. *Hemidiscus carnicus* Schellw.
Fusulinella laevis Schellw. *Lingulina nankingensis* Lorenth.

Entre Houei-chouéi-tang et Hai-keuou, où se trouve le déversoir du lac de Tch'eng-kiang, région dont j'ai déjà esquissé les caractères en décrivant les dépôts cambriens qui occupent là une place considérable, on observe plusieurs bandes très inégales de calcaires ouraliens et permiens pincés entre des plans de charriage et écrasant entre eux des bancs de Cambrien. J'ai observé dans ces calcaires les horizons :

Permien.	r II	Calcaires à *Schwagerina Verbeeki* et *Fusulina Richthofeni*.
Ouralien.	h 8	Calcaires jaunâtres à *Schwagerina princeps*.
	h 3 a	Calcaires à *Fusulina tchengkiangensis*.
	h 3	Calcaires à *Fusulina brevicula*.

L'état de dislocation des calcaires et les contacts anormaux qui les sillonnent rendent impossible sur la carte une notation détaillée et il est nécessaire de se contenter d'une rubrique compréhensive. Ici encore, il est difficile d'indiquer des gisements à Fusulinidés ; il y en a un peu partout et il suffit de chercher dans chaque horizon pour obtenir des fragments de calcaire riches en individus.

L'Ouralien transgressif dans la zone des plissements Moscoviens du Tié-tchen-'ho

J'ai déjà indiqué qu'une importante zone de plissements hercyniens s'étend des environs de Lou-nan jusque vers Lin-ngan. Dans toute cette région l'Ouralien débute seulement par des horizons élevés et tous les niveaux inférieurs que nous venons d'étudier manquent complètement. La submersion ne s'est donc produite que vers le milieu de l'Ouralien gagnant peu à peu de l'O. à l'E. Je vais décrire quelques coupes à l'appui de cette assertion.

Région de Lin-ngan. — A l'E. de Lin-ngan se trouvent comprises, entre des failles qui les mettent en contact avec le Dévonien et le Trias moyen (V. la Carte géologique), des bandes de terrains ouraliens s'étageant de h_7 à h_9 et se prolongeant par le Permien calcaire. Les failles qui découpent la région sont cause qu'il n'est pas permis de chercher ici une série servant d'exemple. On doit seulement citer aux environs de Ien-seu-tong ou Grotte des hirondelles, entre la résurgence qui se trouve à l'E. et la perte elle-même, les beaux calcaires fossilifères de l'horizon à *Fusulina multiseptata* Schellw. h_7. J'y ai observé deux niveaux différents h_7 et h_7a.

h_7 Calcaire à Fusulines pétri d'organismes, blanc ou blanc-verdâtre, compact, donnant par le poli un beau marbre zoogène :

Spirifer sp.
Reticularia lineata Mart.
Productus sp.
Fusulina multiseptata Schellw.
Fusulina tenuissima Schellw.
Fusulina globosa n. sp.
Fusulina complicata Schellw.
Doliolina Aliciae n. sp.

h_7a Calcaire semblable au précédent avec une faune de Fusulinidés différente :

Gastrioceras sp. (1)
Spirifer sp. (2)
Reticularia lineata Mart.
Productus sp. (3)
Fusulina incisa Schellw.
Allorisma sp.
Synocladia sp.
Polypora Koninckiana Waag. et Wentz.
Fistulipora tuberosa Kays.
Fenestella sp.
Textularia textulariformis v. Moll.
Lonsdaleia cf. *virgalensis* Waag. et Wentz.

Ces horizons sont d'un très grand intérêt parce qu'ils offrent la faune d'une partie de l'Ouralien des Alpes Carniques tel que l'a décrit Schellwien, avec mélange de formes de Bryozaires de l'Himalaya.

Coupe a l'O. du lac de Tsin-chouéi-tang. — A l'O. du lac de Tsin-chouéi-tang passe la bande ouralienne que nous venons d'étudier, mais beaucoup plus complète, car elle embrasse les horizons de h_7 à h_9a, l'énorme masse des poudingues $r_{,,}$ du Permien moyen reposant sur le dernier horizon ouralien. (fig. 43) ; l'érosion a respecté les étages supérieurs. La coupe est la suivante :

Permien supérieur $r_{,,}$ — Masse puissante de conglomérats. Grès sableux.

Ouralien. . . . . — h_9a Calcaire à *Neoschwagerina circumvoluta* n. sp. ; h_9 Calcaire à *Neoschwagerina craticulifera* Schwag. ; h_8 Calcaire jaune à *Schwagerina princeps* Ehrb. ; h_7a Calcaire à *Fusulina incisa* Schellw. ; h_7 Calcaire à *Fusulina multiseptata* Schellw.

Faille.

Givétien d_4ab

L'horizon h_7 est formé des mêmes calcaires que dans la région de Ien-seu-tong. Près de la faille qui le met en contact avec le Dévonien moyen (Givétien) j'ai recueilli :

Reticularia lineata Mart.
Fusulina multiseptata Schellw.
Fusulina globosa n. sp.
Fusulina complicata Schellw.
Fusulina tenuissima Schellw.
Doliolina Aliciae n. sp.
Bigenerina elegans v. Moll.

Les calcaires h_7a m'ont fourni :

Fusulina incisa Schellw.
Fusulina sp.
Synocladia sp.
Fistulipora tuberosa Kays.
Textularia textulariformis v. Moll.
Climacammina cf. *communis* v. Moll.

---

(1) Dans toutes les parties du monde où l'on observe des calcaires riches en Fusulinidés, ceux-ci à part les Brachiopodes contiennent peu d'autres fossiles et surtout les céphalopodes y sont très rares. Le Yun-nan n'échappe pas à cette remarque.

(2) Forme de *Spirifer* dont je n'ai pu obtenir que des morceaux mais qui rappellent beaucoup *Sp. trigonalis* Schellw. qui, dans les Alpes Carniques, accompagne les mêmes Fusulines.

(3) Forme dont je n'ai trouvé que de mauvais morceaux, peut-être apparentée à *P. aculeatus* Mart.

Les calcaires h_8, jaune très clair, formant un beau marbre après polissage, contiennent :

Fusulina alpina Schellw. var. *antiqua* Schellw.
Schwagerina princeps Ehrenb.
Schwagerina fusulinoïdes Schellw.
Fusulinella laevis Schellw.
Fusulinella sp.
Hemidiscus carnicus Schellw.
Endothyra Bowmanni Phill.
Lingulina naukingensis Lorenth.
Climacammina communis v. Moll.

Les calcaires h_9 formant de beaux marbres d'un blanc légèrement rosé, dans lesquels les Foraminifères sont groupés en amas :

Neoschwagerina craticulifera Schwag.
Neoschwagerina craticulifera Schwag. var. *tenuis* n. var.
Lingulina naukingensis Lor.
Lingulina Szechenyi Lor.
Climacammina communis v. Moll.
Bigenerina elegans v. Moll.
Tetrataxis sp.
Spirillina irregularis v. Moll.

L'horizon h_9a est formé de calcaires susceptibles d'un beau poli, parfois rosés ou gris, contenant :

Neoschwagerina multicircumvoluta n. sp. (forme dominante).
Neoschwagerina craticulifera Schwag. var. *graudis* n. var.
Schwagerina Verbecki Gein. (très rare).
Lingulina naukingensis Lor.
Lingulina Szechenyi Lor.
Climacammina communis v. Moll.

Entre Lao-yun et Wou-lou-si-chou. — On peut relever une coupe très intéressante à une dizaine de kilomètres au N. du lac de Tsin-chouéi-tang, entre Lao-yun et Wou-lou-si-chou, où passe la bande ouralienne que nous suivons depuis Lin-ngan : son grand intérêt consiste en ce qu'elle montre les couches à *Fusulina multiseptata* Schellw. reposant par l'intermédiaire d'un poudingue et en discordance complète sur le Dévonien plissé (fig. 43 et 44 atlas). D'autre part, l'érosion puissante qui a permis l'édification de l'énorme masse de poudingues $r_{,,}$ du Permien supérieur a raboté l'étage jusqu'à l'horizon h_7a enlevant tout le Permien moyen et inférieur et la partie supérieure de l'Ouralien.

En allant vers Lao-yun, avant la grande montée dans les poudingues permiens, en sortant de la vallée de Wou-lou-si-chou, on relève la coupe suivante :

Permien supérieur $r_{,,}$ { Poudingues en masse épaisse de plus de 150 m.
Horizon gréseux de 10 m. environ.

Discordance. . . . . .

Ouralien { h_7a Calcaires à *Fusulina incisa* Schellw.
Calcaires à *Fusulina multiseptata* Schellw.
h_7 Banc gréseux, 10 m. environ.
Poudingue épais d'une dizaine de mètres.

Discordance. . . . . .

Dévonien moyen (Givétien à *Stringocephalus Burtini* Defr.) très plissé.

L'horizon de poudingues par lequel débutent les couches à *Fusulina multiseptata* Schellw. est formé de galets calcaires dévoniens ; le niveau gréseux qui lui succède est complètement dépourvu de fossiles.

Les calcaires h_7 sont bien nettement caractérisés par la faune de Fusulines propre à cet horizon :

Fusulina multiseptata Schellw.
Fusulina complicata Schellw.
Fusulina tenuissima Schellw.
Fusulina globosa n. sp.
Doliolina n. sp.

Dans h_7a je n'ai recueilli que :

Fusulina incisa Schellw.

Coupe près de la station de Je-chouéi-tang. — Nous quittons un instant la bande ouralienne venant de Lin-ngan qui recoupe la voie ferrée près de Ta-long-tan et que nous retrouverons plus au

nord où elle forme le plateau de Che-mo. Une bande de terrains ouraliens parallèle à celle que je viens de désigner traverse le Tié-tchen-'ho près de Je-chouéi-tang, station de la ligne ferrée entré Po-shi et A-mi-tchéou; au kilomètre 281,500 le Dinantien, en couches très redressées formées de schistes gréseux de l'horizon de 'Hoa-kéuou (h_{III}), avec le niveau à *Chonetes papilionacea* formé de calcaires noirs siliceux en bancs irréguliers et disloqués, supporte directement une masse épaisse de calcaires blancs pétris de Foraminifères appartenant à l'horizon h_7 qui repose ici sur le Dinantien au lieu d'être transgressif sur le Dévonien moyen comme dans la coupe précédente ; ce qui est dû à l'abrasion des plissements moscoviens avant le dépôt des couches h_7. Très massif, le calcaire ne montre pas de stratification ; les Foraminifère y sont admirablement conservés et plusieurs des individus photographiés dans les planches de mon Mémoire (fascicule III) proviennent de ce gisement (1).

h_7 Calcaires blancs du kilomètre 281,500 contenant :

Spirifer sp. (2)
Reticularia lineata Mart.
Fusulina tenuissima Schellw.
Fusulina globosa n. sp.
Dolioliua Aliciae n. sp.
Polypora Kouinckiana Waag. et Wentz.
Fusulina multiseptata Schellw.
Fusulina complicata Schellw.
Synocladia sp.
Fistulipora cf. *tuberosa* Kays.
Textularia sp.

Massif du Tien-ma-chann et partie méridionale du Wou-tsa-chann. — Les grandes montagnes qui bordent à l'O. la plaine de Po-shi font partie de la zone plissée hercynienne que n'ont pas recouvert les horizons les plus inférieurs ouraliens tandis qu'on les voit apparaître à l'ouest vers Ninh-tchéou. Partout dans la région entre Po-shi et Ho-tein, les horizons supérieurs de l'Ouralien reposent *directement en discordance* sur le Cambrien ou le Dévonien, sans que le Moscovien soit intercalé nulle part entre ces horizons.

Je vais décrire quelques coupes dans cette région. Les figures 46 atlas donneront au lecteur une notion très nette de la façon dont les horizons supérieurs de l'Ouralien sont transgressifs sur les plis arasés de la fin du Moscovien (phase hercynienne).

Coupe entre Ho-tein et Mong-ti-tsen : Le village de Ho-tein s'élève sur une série cambrienne précédemment décrite (page 49). A 2 km. environ à l'ouest du village, un peu avant Tou-lao-houé, on aborde la série calcaire ouralienne nettement transgressive sur le Cambrien dont les strates plongent vers l'est tandis que les calcaires reposent sur elles en les croisant à 90° (fig. 45 atlas). Ici, les couches à *Fusulina multiseptata* h_7 *ne s'observent pas et on passe directement* de l'horizon h_5 à l'horizon $h8$ à *Schwagerina princeps*. La coupe est la suivante :

Permien.	Permien supérieur.	r_2	Basalte avant la descente rapide sur Tou-lao-houé.
		r_1	Calcaire gris à *Neoschwagerina (Sumatrina) Annae* Volz.
	Permien moyen	r II	Calcaire blanc à *Doliolina lepida* Schw.
	Artinskien.	r I	Calcaire à *Spirifer Blasii* de Vern.
Ouralien.		$h9a$	Calcaire gris à *Neoschw. multicircumvoluta* n. sp.
		$h9$	Calcaire rosé à *Neoschw. craticulifera* Schw.
		$h8$	Calcaire jaune très clair à *Schwagerina princeps* Ehrb.
		$h5$	Calcaire à *Productus* cf. *compressus* Waag.
Discordance.			
Cambrien.			

L'horizon h_5 *à Productus* est formé de calcaires d'un blanc crème. On y recueille en ce point :

Productus cf. *compressus* Waag.
Terebratula (Dielasma) sp.
Athyris subtilita Hall
Zaphrentis sp.
Lophophyllum sp.

(1) Il y a eu peut-être erreur d'échantillon en ce point dans les récoltes de M. Lantenois, car il signale dans cette région des calcaires à *N. craticulifera* avec poudingues. C'est sûrement des calcaires à *F. multiseptata* qu'il s'agit.

(2) Forme paraissant se rapporter à *Spirifer trigonalis* Schellw. ; mais trop fragmentaire.

Il y a lacune au niveau des calcaires à *Fusul. multiseptata* qui devraient se trouver à cette hauteur. Les calcaires h_8 contiennent :

Schwagerina princeps Erhb.
Schwagerina fusulinoides Schellw. (rare).
Fusulina alpina Schellw. var. *antiqua* Schellw.
Fusulinella laevis Schellw.
Endothyra cf. *crassa* Brady
Climacammina cf. *cribrigera* Schwag.

Les calcaires rosés h_9 m'ont fourni :

Neoschwagerina craticulifera Schwag.
Neoschwagerina craticulifera Schwag. var. *tenuis* n. var.
Lingulina naukingensis Lor.
Bigenerina elegans v. Moll.

h_9a s'est montré caractérisé par l'espèce nouvelle *Neoschwagerina multicircumvoluta* comme partout ailleurs dans cet horizon :

Neoschwagerina multicircumvoluta n. sp. (très abondante).
Neoschwagerina craticulifera Schwag. var. *grandis* n. var.
Schwagerina Verbeeki Gein. (très rare).

Une faille interrompt la coupe à l'ouest de Tou-la-houé tout près du village. Aussitôt après, on recoupe une nouvelle bande ouralienne dans laquelle les calcaires marbres roses à *Neoschwagerina craticulifera* Schwag. viennent en contact le long de l'effondrement avec les labradorites permiennes. Ces calcaires se poursuivent jusqu'au bord de l'étroite vallée de Mong-ti-tsen qu'ils surplombent à l'est. Au nord de Ho-tein la même série existe bien développée, débutant toujours par les calcaires blancs à *Productus* cf. *compressus* Waag. transgressifs sur le Cambrien ou le Dévonien. Les facies sont identiques, les faunes semblables et je ne décrirai pas une série si proche de celle que je viens de détailler et si voisine. Les gisements fossilifères sont très nombreux ; les Fusulinidés abondent dans certains bancs.

Aux environs immédiats de Po-shi le sommet des crêtes qui surplombent à l'ouest la vallée élargie du Tié-tchen-'ho est formé par les calcaires ouraliens nettement transgressifs sur les plis hercyniens ; les coupes que l'on peut relever sur le versant oriental du Tien-ma-chann sont très claires, grâce à la rapidité du versant et à la profondeur des ravins qui l'entaillent. Je donne (fig. 46 atlas) trois coupes parallèles distantes l'une de l'autre d'environ 5 km. et démontrant nettement la discordance ouralienne. Les divers horizons ouraliens se suivent très bien ; ils forment des escarpements élevés et très pittoresques contrastant avec la forme plus adoucie du Dévonien. J'y ai trouvé de nombreux gisements fossilifères et d'une façon générale les Fusulinidés sont répartis de façon uniforme et abondante, de sorte qu'on peut établir les horizons successifs avec certitude.

Partout c'est l'horizon h_5 qui forme la base de l'Ouralien, j'y ai trouvé deux beaux gisements sur la grande descente de Jan-liou-tsin à Po-shi : le premier au col même, le second à la base des escarpements, près de la sortie des calcaires ; avant d'aborder le Dévonien, on suit très bien ces calcaires d'un blanc crème, très spathiques, sur le flanc de la chaîne. Sur la route de Po-shi à Mo-pe-tchong, entre les villages lolos de Fa-houé et de Lo-lo-tchong (1) on voit le calcaire h_5 reposer sur le Dévonien moyen d_3 dans les grands escarpements qui surmontent l'énorme ravin sur le flanc duquel se trouve Lo-lo-tchong. Dans la fig. 46 atlas qui passe par Lo-lo-tchong et Fa-houé, on voit deux lambeaux de calcaire reposant de l'autre côté du ravin sur les tranches relevées à 45° du Dévonien moyen ; la transgression après décapage des plis est donc très nettement établie. Ces deux lambeaux sont également fossilifères. Dans l'ensemble des gisements, j'ai recueilli une faune assez peu variée ; l'horizon h_5 se montre par endroits très riche en individus, mais les espèces ne sont pas nombreuses :

Productus compressus Waag.
Athyris subtilita Hall
Athyris sp.
Spirifer sp. (2)
Spirifer sp.

(1) Exactement San-tchai-tchong ; Lo-lo-tchong voulant simplement dire : hameau lolo.

(2) Les formes de *Spirifer* malheureusement brisées n'ont pu être figurées. Elles paraissent se rapporter à *Sp.* cf. *striatus* Mart. et *Sp.* cf. *carnicus* Schellw.

Les horizons supérieurs sont très continus. — L'horizon à *Schwagerina princeps* Ehrb. surmonte ici encore directement les calcaires à *Productus* h_5 sans que l'horizon à *F. multiseptata* Schellw. soit représenté. Ces couches calcaires h_8 offrent une bonne série de fossiles que l'on peut recueillir tout le long des escarpements :

Fusulina alpina Schellw. var. *antiqua* Schellw.
Schwagerina princeps Ehrb.
Schwagerina fusulinoides Schellw.
Fusulinella laevis Schellw.
Endothyra cf. *crassa* Brady
Endothyra cf. *Bowmanni* Phill.
Climacammina cf. *cribrigera* Schwag.
Lingulina nankingensis Lorenth.
Lonsdaleia sp. (cf. *virgatensis* ?)
Lophophyllum sp.
Zaphrentis sp.

L'horizon h_9 offre la faune que nous avons observée jusqu'ici :

Neoschwagerina craticulifera Schwag.
Lingulina nankingensis Lorenth.
Lingulina Szechenyi Lorenth.
Bigenerina elegans v. Moll.

Il y a un gisement de *Neoschw. craticulifera* particulièrement riche près du mauvais chemin de Mo-pe-tchong, dans les escarpements qui surplombent le ravin de Lo-lo-tchong.

Les calcaires h_9a gris ou rosés renferment peu de fossiles. J'y ai recueilli :

Neoschwagerina multicircumvoluta n. sp.
Neoschwagerina craticulifera Schw. var. *grandis* n. var.
Schwagerina Verbecki Gein. ? (très rare).

Neoschwagerina multicircumvoluta n. sp. est très caractéristique de ce niveau, et rien n'est plus facile que de la confondre dans une section orientée d'une façon quelconque avec *N. craticulifera* Schw. tandis que toute confusion est impossible avec une section orientée et centrée.

Plateau de Che-mo. — A l'est de Po-shi les calcaires ouraliens apparaissent entre Che-mo et la grande faille de Wéi-téou-chann sous la couverture des calcaires permiens dans des points où l'érosion a enlevé les dits calcaires. Les seuls horizons qui affleurent sont les deux plus élevés, les calcaires à *Neoschwagerina craticulifera* h_9 et ceux à *Neoschw. multicircumvoluta* n. sp. qui offrent les faunes précédemment décrites et sur lesquelles je ne reviendrai pas.

Au N. N. E. de Che-mo, il faut atteindre la région de Tien-sen-kouang pour pouvoir étudier de nouveau l'Ouralien, car il disparait complètement au delà de Che-mo sous l'épaisse couverture des calcaires du Permien inférieur et moyen et des conglomérats, grès et labradorites du Permien supérieur.

Région de Tien-sen-kouang. — La région de Tien-sen-kouang forme un ensemble de plateaux faillés très étendus au N. N. E. de la préfecture de Lou-nan. Là l'Ouralien, grâce à une longue boutonnière anticlinale, réapparaît au milieu du Permien. Cet anticlinal, comme le montre la fig. 47(atlas), a une très faible flèche et sa retombée occidentale surtout est particulièrement douce ; c'est dans son axe que j'ai décrit le beau gisement dinantien h_{11} à l'ouest de Tien-sen-kouang.

Les oscillations verticales se sont incontestablement répétées dans cette région pendant la fin de l'Ouralien, tandis qu'il y a eu émersion pendant tout le début de la période ; ce qui le montre nettement, c'est la présence de niveaux comme celui à *Doliolina Claudiae* n. sp. qui ne sont pas continus sous la couverture des calcaires à *Schwagerina princeps* qui, eux, n'offrent pas d'interruption. Il y a du reste absence complète de l'horizon à *Fusulina multiseptata* et de l'horizon à *Productus compressus*, l'un et l'autre si puissants à 100 km. au sud dans les régions de Po-shi et de Lin-ngan.

J'ai résumé dans le diagramme (fig. 9 texte) les faits exprimés d'une façon moins claire par la coupe détaillée fig. 47 (atlas). On peut y constater sur un parcours de 15 km. l'ablation locale du calcaire de Lo-a-tien, horizon moscovien à Gastropodes, par ailleurs conservé et assez épais comme on le constate un peu au sud dans la région de Lou-méi, de Lou-nan, de Lo-a-tien, ainsi que l'irrégularité du calcaire ouralien h_6 à *Doliolina Claudiae* et la transgression générale de l'horizon à *Schwagerina princeps*.

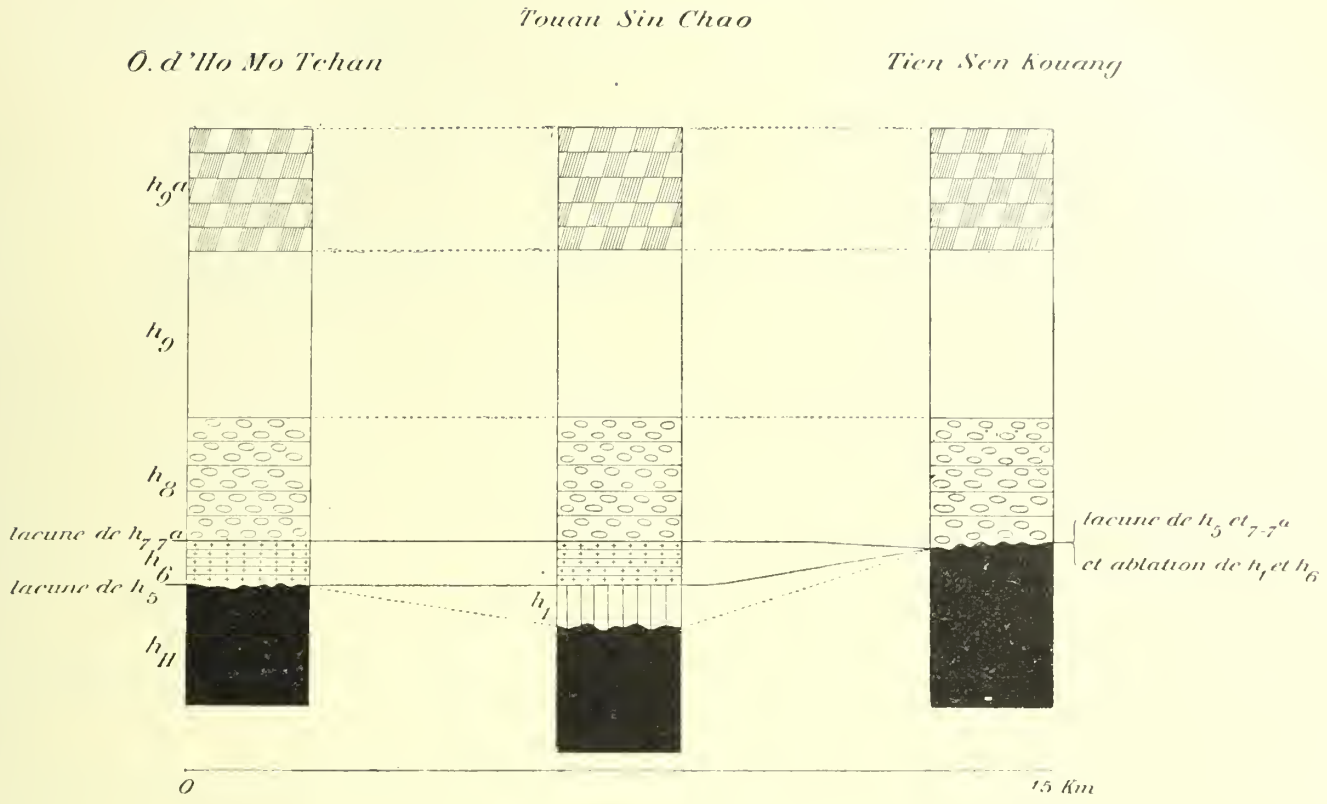


Fig. 9. — Diagramme montrant les effets des oscillations verticales pendant la première partie de l'Ouralien dans la région de Lou-nan, l'ablation locale des dépôts moscoviens *h*1 et ouraliens *h*6 et les lacunes des horizons ouraliens *h*3 à *h*5 et *h*7-7*a* : Calcaires à *Fusulina multiseptata* Schellw. et *F. incisa* Schellw. ; en dernier lieu la figure montre la transgression générale de l'horizon à *Schwagerina princeps* Ehrb.

Dinantien *h*II. Moscovien *h*1 (horizon calcaire à Gastropodes). — Ouralien : *h*6 Calcaire à *Doliolina Claudiae* n. sp. ; *h*8 Calcaire à *Schwagerina princeps* Ehrb. ; *h*9 Calcaire à *Neoschwag. craticulifera* Schwag. ; *h*9*a* Calcaire à *Neoschw. multicircumvoluta* n. sp.

Coupe de Tien-sen-kouang à l'O. de Ho-mo-tchan par Che-pan (1) : Je décrirai en détail cette coupe très intéressante en partant de Tien-sen-kouang :

Grand anticlinal entre Tien-sen-kouang et les plateaux à l'O. de Ho-mo-tchan.

Retombée orientale de l'anticlinal. . . . . { Permien r_1 Artinskien calcaire à *Spirifer Blasii*, etc.
Ouralien : { *h*9*a* Calcaire à *Neoschw. multicircumvoluta* n. sp.
*h*9 Calcaire à *Neoschwagerina craticulifera* Schw.
*h*8 Calcaire blanc jaunâtre zoogène pétri d'organismes à *Schwagerina princeps* Ehrb. et *Fus. alpina* Schellw. } Pendage E. S. E.
Discordance. . . . . .

(1) Le nom de Touan-sin-chao m'a été donné également pour ce village.

Axe de l'anticlinal. Dinantien hII et hIIa Schistes marneux.

Retombée occidentale de l'anticlinal. . {
- Discordance. . . . . (Pendage O. N. O.)
- Moscovien h1 Calcaire dolomitique à Gastropodes (horizon de Lo-a-tien).
- Ouralien: Discordance. . . . . / h6 Calcaire gris rosé à *Dolioliua Claudiae* n. sp. / Discordance. . . . . / h8 Calcaire à *Schwagerina princeps* Ehrb. / h9 Calcaire à *Neoschwag. craticulifera* Schwag. / h9a Calcaire à *Neoschwagerina multicircumvoluta* n. sp.
- Permien: r_I Artinskien calcaire à *Spirifer Blasii*, etc, des canyons affluents du Pou-chang-'ho. / r_{II} Permien moyen calcaire blanc à *Doliolina lepida* des aiguilles du plateau à l'O. de la pagode de Ho-mo-tchan.
- Faille. . . . . (Pendage O. N. O.)
- Dinantien hIIa Schistes marneux.
- Discordance. . . . . (Pendage O. N. O.)
- h6 Calcaire à *Doliol. Claudiae* n. sp.
- Discordance . . . . . (Pendage O. N. O.)
- Ouralien: h8 Calcaire à *Schwag. princeps* Ehrb. / h9 Calcaire à *Neoschw. craticulifera* Schw. / h9a Calcaire à *Neoschw. multicircumvoluta* n. sp.
- Permien r1 Artinskien calcaire. (Pendage O. N. O.)
- Faille. . . . . (Pendage O. N. O.)
- Dinantien hIIa. Schistes marneux. (Voisin de l'horizontale.)
- Discordance. . . . . (Voisin de l'horizontale.)
- Ouralien h6 Calcaire à *Doliol. Claudiae* n. sp. (Voisin de l'horizontale.)

Le flanc occidental de l'anticlinal se montre donc faillé, et la série se répète entre les failles.

De cette description détaillée ressortent clairement les faits énoncés plus haut : transgression uniforme des calcaires à *Schwagerina princeps* h8, oscillations verticales se traduisant par des ablations érosives partielles entre le dépôt des calcaires moscoviens de l'horizon de Lo-a-tien et celui des calcaires à *S. princeps*, indiquées par l'enlèvement local des calcaires h6 à *Dol. Claudiae*, qui manquent entre le Dinantien et les couches à *Schw. princeps* dans la retombée orientale de l'anticlinal.

Tous ces horizons sont fossilifères. J'ai donné déjà la faune des couches dinantiennes (p. 99). Je ne m'occuperai à cette place que des horizons ouraliens.

Les calcaires h6 que nous rencontrons ici pour la première fois sont riches en Foraminifères. Leur grand intérêt réside dans la présence d'une *Doliolina* typique (décrite dans la partie 3) dans un horizon incontestablement ouralien. Ce sont des calcaires d'un gris rosé, bien visibles à l'O. d'Ho-mo-tchan. J'y ai recueilli :

Doliolina Claudiae n. sp.
Fusulinella sp.
Liugulina decipiens Schellw.
Margaritina Schwageri Zitt.
Marginifera sp.

J'y ai trouvé quelques rares débris de brachiopodes que je n'ai pu identifier.

L'horizon à *Schwagerina princeps* Ehrb. h8 débute dans la retombée orientale de l'anticlinal près de Tien-sen-kouang par des grès rougeâtres reposant sur le Dinantien et auxquels succèdent les calcaires qui renferment encore deux intercalations minces de grès rouge. Dans la retombée occidentale où le calcaire à *Schw. princeps* est transgressif sur les calcaires h6 à *Doliolina Claudiae*, ces bancs gréseux font défaut. Vers l'O. le calcaire tend à devenir dolomitique ; la dolomie forme des rubanements et des noyaux que l'érosion laisse en relief. L'action des agents atmosphériques a ciselé curieusement le calcaire en monolithes remarquables, telle la haie d'aiguilles de Touan-sin-chao. J'ai observé dans cet horizon :

Schwagerina princeps Ehrenb.
Schwagerina fusulinoides Schellw.
Fusulina alpina Schellw. var. *antiqua* Schellw.
Fusulinella cf. *laevis* Schellw.
Endothyra cf. *crassa* Brady
Climacammina cf. *cribrigera* Schwag.
Lingulina nankingensis Lorenth.
Bigenerina elegans v. Moll.
Lophophyllum sp.

Dans h_9 calcaires blancs ou rosés j'ai trouvé :

Neoschwagerina craticulifera Schwag.
Neoschwagerina craticulifera Schwag. var. *tennis* n. var.
Linguliua nankingensis Lorenth.
Lingulina Szechenyi Lorenth.
Tetrataxis sp.
Hemidiscus carnicus Schellw.
Bigenerina elegans v. Moll.

Dans h_{9a} :

Neoschwagerina multicircumvoluta n. sp.
Neoschwagerina craticulifera Schw. var. *grandis* n. var.
Lingulina nankingensis Lorenth.
Lingulina Szechenyi Lorenth.

Région à l'E. de la zone de plissements moscoviens du Tié-tchen-'ho

Les calcaires ouraliens affleurent dans la partie orientale de la région que nous avons explorée. Ils font partie d'un grand synclinal qui passe, comme le montre la carte géologique, entre le Tié-tchen-'ho et la zone des bassins effondrés de Pong-pou, Tchou-yuen, Mi-leu. De là, la bande des calcaires ouraliens passe au N. de Mi-Leu pour aller se terminer au N. N. E. de 'Hoa-keuou par un grand pli faille chevauchant les terrains triasiques.

Environs de 'Hoa-keuou. — C'est là que j'ai observé les meilleures coupes. A l'entrée de la cluse et au sud, sur les pentes de l'autre côté du village, on voit très bien les couches inférieures de l'étage. Or, ici, comme plus au sud dans les chaînes entre Pong-pou et le Tié-tchen-'ho, c'est par l'horizon à *Fusulina multiseptata* Schellw. que débute l'Ouralien, et par l'intermédiaire d'un poudingue. Les conditions sont donc les mêmes que dans la région de Lin-ngan et de Wou-lou-si-chou, tandis qu'au nord vers Lou-nan et dans la région de Po-shi à l'O. ce même horizon à *Fusulina multiseptata* Schellw. fait complètement défaut.

Autour de 'Hoa-keuou, toutes les coupes que l'on peut relever se résument ainsi (V. coupe fig. 34 atlas) :

Ouralien h_7. . . { Calcaire à *Fusulina multiseptata* . . . . . 100 m.
Poudingue. . . . . 10 m.

Discordance.

Dinantien. . . . { h_{II} Calcaire gréseux à *Chonetes papilionacea*.
h_{III} Schistes jaunes marneux à *Productella spinulosa*.

Le poudingue offre dans son ciment calcaire les mêmes fossiles que les calcaires. J'y ai recueilli une belle faune de Fusulinidés semblable à celle de Ien-seu-tong et de Je-chouéi-tang au km. 281.500 de la voie ferrée. Cet horizon vaste, très constant sur une longue distance, contient :

Spirifer trigonalis Schellw. (fragments) ?
Reticularia lineata Mart.
Fusulina multiseptata Schellw.
Fusulina tenuissima Schellw.
Fusulina complicata Schellw.
Fusulina globosa n. sp.
Doliolina Aliciae n. sp.
Textularia textulariformis v. Moll.
Fistulipora sp.
Polypora Koninckiana Waag. et Pichl.

L'Ouralien entre le parallèle de Yun-nan-fou et le Kin-cha-kiang (Haut Fleuve Bleu)

Les calcaires ouraliens jouent un rôle important dans les chaînes entre la région de Yun-nan-fou et la vallée du Kin-cha-kiang ; mais il est inutile de chercher à retrouver là les séries que nous venons de décrire ; la complexité de la Tectonique interdit d'établir des superpositions d'horizons démonstratives. J'ai indiqué sur ma Carte géologique les bandes ouraliennes rencontrées. Souvent dans ces régions disloquées les calcaires sont broyés, bréchoïdes, les fossiles n'existent plus qu'à l'état de traces et il devient formellement impossible de reconnaître l'horizon avec la précision que l'on peut apporter dans cette recherche parmi les chaînes méridionales.

J'indiquerai seulement que les seuls horizons que j'ai pu reconnaître avec une certitude absolue sont les calcaires à *Fusulina brevicula* que j'ai retrouvés dans la vallée du Pou-tché-ho, les calcaires à *Doliolina Aliciae*, ceux à *Neoschwagerina craticulifera* et l'horizon à *N. multicircumvoluta*. Je n'affirmerai pas l'absence des autres niveaux. Au voisinage du Kin-cha-kiang, où dans les synclinaux écrasés par la masse charriée septentrionale j'ai observé des calcaires noirs transformés en schistes, dans lesquels j'ai pu à grand peine identifier des calcaires à *Fusulina brevicula* et *F. Dussaulti* dans des points un peu moins maltraités, il est infiniment possible que d'autres horizons soient représentés ; mais pour fixer cela d'une façon définitive, il faudrait des recherches poursuivies pendant de bien longues périodes, et dans une région aussi particulièrement difficile le résultat serait disproportionné avec l'effort et le temps. On peut se contenter d'enregistrer ce fait que l'Ouralien existe dans la région de Tong-tchouan-fou et sans doute dans toute la boucle du Fleuve Bleu, car j'ai trouvé *Fusulina brevicula* en plusieurs points et ailleurs *Neoschwagerina craticulifera* dans les calcaires de la grande nappe de terrains charriés du Haut Fleuve Bleu, dans le massif du Kiao-ting-chann, par 4000 m. d'altitude, dans les hauts sommets à l'O. de Lao-tchang. Du reste Loczy nous a fait connaître au N. O. la présence de l'Ouralien dans le Yun-nan tibétain et tous les affleurements sont liés entre eux par ceux que l'on connaît aux environs de Ta-li-fou et qui forment le trait d'union.

RÉSUMÉ DE LA RÉPARTITION DES DIFFÉRENTS HORIZONS OURALIENS AU YUN-NAN ET DES DIFFÉRENTES TRANSGRESSIONS.

Je vais essayer de résumer dans ce paragraphe les données précédentes, nécessairement un peu touffues. En même temps, je les groupe dans le tableau ci-joint, destiné à donner au lecteur une vue d'ensemble plus rapide.

J'ai déjà insisté suffisamment sur ce fait que la submersion générale du Yun-nan ne s'est produite qu'avec le dépôt des calcaires à *Schwagerina princeps*, et depuis cet horizon jusqu'aux couches à *Neoschw. multicircumvoluta* par lesquelles je termine l'Ouralien, la série est partout continue, sauf sur de grandes étendues dans la région située entre le lac de Kouen-yang et Tong-'hai, où c'est incontestablement l'œuvre de l'érosion qui a supprimé les horizons supérieurs lors de la grande pénéplanation antépliocène.

Par contre les autres horizons sont distribués de façon plus irrégulière et il apparaît nettement qu'il y a fréquemment lacune. Ainsi toute la série des calcaires gris ou noirs inférieurs à *Fusulina brevicula*, les calcaires gris à *Fusulina tchengkiangensis*, le calcaire à *F. Kattaensis* se terminent régulièrement en biseau vers l'E. sur le flanc occidental de la chaîne des plissements hercyniens, tandis qu'ils manquent de façon absolue à l'E. de ce ridement moscovien ; la transgression paraît avoir commencé avec le dépôt des couches à *Fusulina multiseptata* qui s'observent aussi bien dans la région de Lin-ngan que dans celle de Mi-leu tandis qu'elles manquent de façon absolue dans la région de Po-shi et de Lou-nan où les horizons supérieurs reposent directement sur les tranches relevées du Cambrien ou du Dévonien, sans aucun intermédiaire ; il en résulte que lors du dépôt des couches très épaisses des calcaires à *Fus. multiseptata* et *Fus. incisa*, la région comprise entre Che-mo et Ninh-tchéou en passant par Po-shi était émergée ; cette

Essai de synchronisation des assises ouraliennes au Yun-nan

NOTATIONS	YUN-NAN ORIENTAL							YUN-NAN OCCIDENTAL	
	RÉGION DE TONG-'HAI, SI-WO, YUN-NAN-FOU.	CÔTE DU LAC DE TCHENG-KIANG.	POURTOUR DU LAC DE IANG-TSONG, EUL-LONG-SI-CHOU.	RÉGION DE PO-SHI, HO-TEIN, CHE-MO.	RÉGION DE LOU-NAN, TIEN-SEN-KOUANG.	RÉGION DE MI-LEU, 'HOA-KEUOU.	RÉGION DE LIN-NGAN, WOU-LOU-SI-CHOU, ETC.	I-IANG-TANG.	POU-PIAO.
h9a	Enlevés par érosion	Calcaire gris ou blanc-rosé à *Neosch. multicircumvoluta.*	Enlevés par érosion	Calcaire gris à *N. circumvoluta.*	Calcaire gris à *N. multicircumvoluta.*	Enlevés par érosion	Calcaire gris à *N. multicircumvoluta.*	?	
h9		Calcaire blanc ou rosé à *N. craticulifera.*		Calcaire rosé à *N. craticulifera.*	Calcaire rosé à *N. craticulifera.*		Calcaire blanc à *N. craticulifera.*	Calcaire à *N. craticulifera.*	
h8		Calcaire blanc à *Schw. princeps*, etc..		Calcaire blanc-jaunâtre à *Schw. princepts*, etc.	Calcaire blanc-jaune à *Schw. princeps*, etc.		Calcaire jaune à *Schw. princeps.*		
h7a		?	?	Lacune	Lacune	Calcaire à *Fus. incisa.*	Calcaire à *F. incisa.*		Calcaires à *Polypora Koninckiana*, etc.
h7	Calcaire à *Fus. multiseplata* du Si-chann.					Calcaire à *F. multiseptata* et *D. Aliciae.*	Calcaire à *F. multiseptata.*	?	
h6	?				Calcaire gris à *Doliolina Claudiae.*		?		
h5	Calcaire blanc à *Pr. compressus* de Pou-nai-chan.	Calcaire à *Pr. compressus.*	Calcaire à *Pr. compressus.*	Calcaire à *Pr. compressus.*			Calcaire à *Pr. compressus.*		
h4	Calcaire gris à *Fus. Kaltaensis.*	?	?		Lacune	Lacune			
h3a	Calcaire gris foncé à *Fus. tchengkiangensis.*	Calcaire gris foncé à *Fus. tchengkiangensis.*	Calcaire gris à *Fus. tchengkiangensis.*	Lacune			Lacune		
h3	Calcaire gris à *Fus brevicula, F. regularis*, etc.	Calcaire noir à *F. brevicula*, etc.	Calcaire gris à *F. brevicula.*						

émersion se prolongeant dans la région de Lou-nan très loin vers le N. N. E. c'est-à-dire suivant l'axe de la chaîne hercynienne dont la partie méridionale s'était immergée ; puis avec l'horizon à *Schw. princeps*, la partie septentrionale s'immerge à son tour. C'est donc bien avec l'horizon à *Schw. princeps* que la submersion est complète dans tout le Yun-nan, et probablement générale dans la plus grande partie de la Chine, puisqu'au Kwéi-tchéou existent des calcaires à *Schw. princeps* que l'on retrouve en Birmanie, au Laos et au Tonkin.

AFFINITÉS DE L'OURALIEN YUNNANAIS.

Les affinités des différents horizons ouraliens du Yun-nan sont extrêmement différentes suivant l'horizon que l'on considère, ainsi que nous allons le démontrer.

h_3 : Prenons d'abord les horizons inférieurs. Les calcaires gris à *Fusulina brevicula* par lesquels débute la série sont assez difficiles à rapprocher d'un horizon connu ailleurs. Nous y avons recueilli uniquement des Fusulines avec quelques autres Foraminifères. L'ensemble de la faune des différents gisements nous a fourni les espèces suivantes :

Fusulina brevicula Schw.
Fusulina Dussaulti n. sp.
Fusulina regularis Schellw.
Fusulina cf. *laevis* Schellw.
Lingulina decipiens Schellw.
Lingulina Szechenyi Lorenth.
Climacammina cf. *communis* v. Moll.
Bigenerina elegans v. Moll.
Margaritina Schwageri Zitt.
Athyris subtilita Hall

Le seul Brachiopode rencontré dans cet horizon, *Athyris subtilita* Hall, est une forme trop ubiquiste. Il existe au Yun-nan depuis le Dinantien jusqu'à l'horizon ouralien que nous étudions en ce moment, c'est-à-dire jusqu'à la base de l'étage ; c'est comme dans d'autres régions une espèce qui n'apporte point une précision rigoureuse. Ailleurs, du reste, il monterait plus haut encore comme à Fort-Riley (Kansas), où il existe dans la base de l'Artinskien (Assise de Chease), quoiqu'on puisse admettre avec Tchernyschew que cet horizon appartienne encore à l'Ouralien.

Parmi les Fusulines nous trouvons d'abord *Fusulina brevicula* Schw. ; mais Schwager a décrit cette espèce en l'indiquant comme provenant du lac Taï-hou sans donner d'indications stratigraphiques précises. D'après les horizons qui viennent au-dessus au Yun-nan, nous pouvons considérer cette espèce comme appartenant à la base de l'Ouralien tel que nous l'avons établi dans cette région. *Fusulina Dussaulti* est une espèce nouvelle que nous décrivons dans la partie III et il est impossible par conséquent d'en faire état dans une étude de comparaison. *Fusulina regularis* Schellw. identique à la forme décrite avec précision par Schellwien [1] dans l'Ouralien des Alpes Carniques (qui représente en réalité la *Fusulina cylindrica* de nombreux auteurs, mais dont personne n'a jamais donné de dessins suffisants) n'est pas caractéristique de cet horizon. Nous l'avons signalée déjà dans le Moscovien et elle monte plus haut que les couches à *Fus. brevicula* au Yun-nan.

Quant à la série de Foraminifères qui accompagnent ces espèces, elle indique bien le Carboniférien, mais là s'arrête sa valeur. Il y a là des formes cosmopolites à côté de formes appartenant à des régions plus voisines : *Bigenerina elegans* v. Moll. existe dans l'Ouralien alpin, ainsi que *Lingulina decipiens* Schellw. et *Climacammina communis* v. Moll. A côté de ces espèces *Lingulina Szechenyi* Lorenth. est jusqu'à présent propre à la Chine, mais existe dans tous nos horizons ouraliens.

h_{3a} : L'horizon des calcaires gris h_{3a} nous a fourni :

Fusulina tchengkiangensis n. sp.
Fusulina regularis Schellw.
Fusulinella cf. *laevis* Schellw.
Textularia cf. *Bradyi* v. Moll.
Endothyra Bowmanni Phill.
Climacammina communis v. Moll.
Bigenerina elegans v. Moll.
Margaritina Schwageri Zitt.

(1) Die Fauna des carnischen Fusulinenkalks, II Th. p. 250, pl. XIX, fig. 1 a 6.

La petite espèce *Fusulina tchengkiangensis* n. sp. est absolument caractéristique de cet horizon ; je l'ai retrouvée partout et seulement à ce niveau. C'est donc un *bon fossile*. Elle n'est connue dans aucune autre région, mais je crois probable qu'on la retrouvera ailleurs en Chine ; ce doit être une espèce propre à la mer chinoise ouralienne comme *F. brevicula*. A côté *F. regularis* Schellw., la forme cosmopolite, se montre aussi. *Fusulinella* cf. *laevis* Schellw. appartient à l'Ouralien des Alpes carniques ; *Endothyra Bowmanni* Phill. sert très bien à déterminer le Carbonifèrien, mais c'est tout, puisque cette espèce va du Dinantien à l'Ouralien. Nous avons déjà montré à propos des calcaires à *Fusulina brevicula* que *Climacammina communis* v. Moll. s'observe dans toute la série carbonifèrienne ; *Bigenerina elegans* appartient à l'Ouralien des Alpes carniques.

h4 : Cet horizon est extrêmement intéressant parce que nous voyons s'y produire une invasion des Fusulines hindoues subcylindriques, *Fusulina Kattaensis* Schwag. et *Fus. pailensis* Schwag.. C'est l'horizon des couches d'Amb, le calcaire inférieur à Productus de l'Inde, que nous sommes forcé, étant donné la position des couches à *Fusulina multiseptata* incontestablement ouraliennes placées très au-dessus des couches à *Fusulina Kattaensis* Schwag., de ranger dans l'Ouralien ; conclusion à laquelle ont abouti déjà pour l'Inde MM. Diener et Tschernyschew et qui est certainement la véritable solution.

h_5 : L'horizon h_5 appartient au *calcaire à Productus moyen* de l'Inde. Relativement peu fossilifères et dépourvus de Foraminifères, les calcaires blancs de cet horizon contiennent :

Productus compressus Waag.
Athyris subtilita Hall

avec des *Spirifer* dont les échantillons brisés que j'ai eus entre les mains paraissent bien se rapporter aux formes *Sp. carnicus* Schellw. et *Sp. striatus* Mart.

Cette faune se montre bien pourvue d'un cachet ouralien, avec mélange de formes himalayennes et européennes : *Productus compressus* du calcaire à Productus moyen de Morah est hindou ; *Athyris subtilita* Hall est une forme cosmopolite ; *Spirifer carnicus* Schellw. est caractéristique de l'Ouralien des Alpes carniques ; *Spirifer striatus* Mart. également.

h_6 : Cet horizon est particulièrement intéressant parce qu'il nous offre une *Dolioline* absolument typique qui le caractérise, *Doliolina Claudiae* n. sp. ; pour la description de cette espèce, je renverrai le lecteur à la partie III du présent Mémoire (Etude des Fusulinidés de Chine et d'Indochine, etc.). C'est la première fois que l'on observe, à ma connaissance, une *Dolioline* sensu stricto, très proche de *D. lepida* comme organisation, dans l'Ouralien. Cette jolie espèce n'est accompagnée que d'une *Fusulinella* non déterminée, de *Lingulina decipiens* Schellw. et de *Margaritina Schwageri* Zitt. qui existent aussi dans les autres niveaux.

L'extension de l'horizon *h*6 est limitée à la région de Lou-nan, Tien-sen-kouang, Yun-nan-fou, c'est-à-dire à la partie moyenne de la région explorée ; nulle part dans la région méridionale entre Lin-ngan et Po-shi je ne l'ai vu s'intercaler entre l'horizon à *Productus compressus* et le niveau h_7.

h7a et **h7** : Ces deux horizons doivent surtout retenir notre attention, en effet, ils offrent la faune décrite par Schellwien dans l'Ouralien des Alpes carniques; de plus ici, on trouve une Dolioline ouralienne qui est une espèce nouvelle, *Doliolina Aliciae* n. sp., dans l'horizon inférieur. Outre les Foraminifères très caractéristiques, la faune comprend des Brachiopodes.

L'horizon h_7 contient dans l'ensemble des gisements étudiés : Mi-leu, Wou-lou-si-chou, Je-chouéi-tang, Ien-seu-tong.

Spirifer cf. *trigonalis* Schellw. ?
Reticularia lineata Mart.
Productus sp. (peut-être voisin de *P. aculeatus?*)
Fusulina multiseptata Schellw.
Fusulina tenuissima Schellw.
Fusulina complicata Schellw.
Fusulina globosa n. sp.
Doliolina Aliciae n. sp.
Polypora koninckiana Waag. et Pichl.
Bigenerina elegans v. Moll.
Fistulipora cf. *tuberosa* Kays.
Synocladia sp.

Les Brachiopodes appartiennent à la faune des Alpes carniques ainsi que les Fusulines, sauf les deux espèces nouvelles. Il y a identité absolue entre les espèces des Fusulines des deux régions, Yun-nan et Alpes carniques, mais la Dolioline introduit ici une note nouvelle. J'insiste ailleurs sur cette similitude de faunes (Etude des Fusulinidés de Chine et d'Indochine, etc.). Dans les Alpes carniques *Fusulina regularis* monte jusque dans l'horizon à *F. multiseptata* tandis que je ne l'ai pas observée au Yun-nan dans ce niveau. De même dans les Alpes carniques d'après Schellwien *Schwagerina princeps* Ehrb. apparaît dans la partie supérieure des couches à *F. multiseptata*, ce qui ne se produit pas ici.

L'horizon h_7a offre encore un parallèle étroit avec l'Ouralien des Alpes carniques :

Reticularia lineata Mart.
Fusulina incisa Schellw.
Allorisma sp.
Synocladia sp.
Polypora koninckiana Waag. et Pichl.
Fistulipora tuberosa Kays.
Fenestella sp.
Textularia textulariformis Brady
Lonsdaleia cf. *indica* Waag. et Wentz.

Les brachiopodes, les mêmes que dans l'horizon h_7 sont ainsi que *Fusulina incisa* Schellw. des espèces européennes. Il s'y mélange des formes de Bryozoaires et un polypier, *Lonsdaleia indica* Waag. et Wentz, du Calcaire à Productus moyen (1).

h_8 : Les mêmes affinités très étroites persistent entre l'Ouralien yunnanais et celui des Alpes carniques dans l'horizon à *Schw. princeps* Ehrb. Au Yun-nan on y recueille :

Fusulina alpina Schellw. var. *antiqua* Schellw.
Schwagerina princeps Ehrb.
Schwagerina fusulinoides Schellw.
Fusulinella laevis Schellw.
Hemidiscus carnicus Schellw.
Endothyra Bowmanni Phill.
Lingulina nankingensis Lorenth.
Climacammina communis V. Moll.
Lonsdaleia cf. *virgalensis* Waag. et Wentz.

Fusulina alpina est une forme des Alpes Carniques ainsi que *Schw. fusulinoides*. *Schwagerina princeps* est beaucoup plus cosmopolite et s'observe dans de nombreux points en Asie. *Lonsdaleia* cf. *virgalensis* Waag. et Wentz. est une forme himalayenne. Il y a donc encore ici mélange de formes européennes et himalayennes. Mais la quasi similitude des horizons h_7, $7a$ et h_8 et des horizons similaires des Alpes carniques sont d'un grand intérêt, étant donnée l'immense distance qui les sépare. Le petit tableau suivant fait ressortir les rapports entre les deux séries :

YUN-NAN		ALPES CARNIQUES	
3 Calcaires de Che-mo, Tien-sen-kou-ang, etc., à *Fusulina alpina*, *Schwag. princeps*, *S. fusulinoides*.		1 Hochste Schichten (obere Trog-kofels Schichten et Uggowitzer breccie).	*Fus. alpina* var. *communis*, *F. regularis*, *Schw. princeps*, *Schw. fusulinoides*.
2 Calcaires de Ien-seu-tong à *Fus. incisa*,		3 Dunkle Schwagerinen kalk (Bom-batschgraben).	*Fus. alpina* var. *communis*, *F. multiseptata*, *F. tenuissima*, *F. complicata*, *Schw. princeps*.
		2 Haupt Fusulinen Schichten (Au-ernigg).	*Fus. alpina* var. *fragilis*, var. *communis*, *F. multiseptata*, *F. regularis*, *F. incisa*.
1 Calcaires de 'Hoa-keuou. Je-chouéi-tang, Ien-seu-tong, etc., à *Fusulina multiseptata*, *F. tenuissima*, *F. complicata*, *F. globosa*, *Doliolina Aliciae*.		1 Tiefste Fusulinen führende Schichten (Krone et Auernigg).	*Fusulina alpina* var. *antiqua*, var. *communis*, *F. tenuissima*.

(1) Waagen. — *Salt-Range Fossils. I. Productus-limestone fossils*, p. 897, pl. CL., fig. 3, 4. Pal. Ind. Ser. XIII.

h_9 : Avec l'apparition des Néoschwagérines la similitude de faunes disparaît et le Yun-nan appartient alors à une province zoologique très différente bien que dans l'Europe orientale, en Grèce, par exemple, on trouve encore *Neoschw. craticulifera* ; mais les véritables affinités de l'Ouralien deviennent franchement asiatiques et le Yun-nan appartient alors à la grande province des Néoschwagérines typiques et des Doliolines qui se multiplieront et se compliqueront dans le Permien. Cet horizon n'a fourni que des Foraminifères :

Neoschwagerina craticulifera Schwag.
Neoschwagerina craticulifera Schw. var. *tenuis* n. var.
Lingulina nankingensis Lorenth.
Lingulina Szechenyi Lorenth.
Climacammina communis v. Moll.
Bigenerina elegans v. Moll.
Tetrataxis sp.
Spirillina irregularis v. Moll.

h_9a : Dans l'horizon *h_9a*, une forme très caractéristique, *Neoschwagerina multicircumvoluta* n. sp. remplace *Neoschwagerina craticulifera* Schwag. sensu stricto. Je décris cette espèce nouvelle dans mon Mémoire sur les Fusulinidés de Chine et d'Indochine (partie III). On trouve quelques très rares exemplaires de *Schwagerina Verbeeki* Geinitz qui dans le Permien remplira certains bancs. Il faut y ajouter une variété de *Neosch. craticulifera* de taille très grande qui s'écarte de la forme type par certains caractères (décrite également dans le 3e partie).

Neoschwagerina multicircumvoluta n. sp. (forme dominante).
Neoschwagerina craticulifera Schwag. var. *grandis* n. var.
Schwagerina Verbeeki Gein. (exceptionnellement).
Lingulina nankingensis Lorenth.
Lingulina Szechenyi Lorenth.
Climacammina communis v. Moll.

Au-dessus de cet horizon, en continuité régulière, sans aucune trace de lacune ni discordance, viennent, partout où l'érosion n'a pas fait son œuvre, les calcaires artinskiens à faune de Brachiopodes. Il y a passage très ménagé de l'Ouralien à l'Artinskien. Si j'ai placé la coupure entre ces deux grandes divisions entre les calcaires à *Neoschwagerina multiseptata* n. sp. et les calcaires à *Spirifer Blasii* de Vern., c'est parce qu'il y a quelque logique à le faire entre deux horizons assez différenciés par leur faune, l'horizon artinskien étant uniquement caractérisé par une faune de brachiopodes, tandis que les couches à *Neoschwagerina craticulifera* et celles à *Neoschw. multicircumvoluta* n. sp. comportent exclusivement des Foraminifères.

Au point de vue paléontologique le plus grand intérêt de l'Ouralien du Yun-nan réside dans la présence de Doliolines typiques du groupe de *D. lepida* qu'elles précèdent dans le temps. Les Doliolines de ce groupe descendent donc beaucoup plus bas qu'on ne le croyait jusqu'à présent et ne sont nullement caractéristiques du Permien seul. Je me suis ailleurs étendu suffisamment sur ces conclusions pour n'y pas revenir davantage (3e partie, Etude sur les Fusulinidés de Chine et d'Indochine, etc.).

COMPARAISON DES DÉPOTS OURALIENS DU YUN-NAN ORIENTAL ET DES RÉGIONS ASIATIQUES ENVIRONNANTES

Yun-nan occidental : De I-iang-tang entre Kien-tchouen-tchou et Niou-kei, au N. du lac de Ta-li-fou, V. Loczy a recueilli une faune de Foraminifères déterminée par Lorenthey (in Szechenyi, Bd. I., p. 746) :

Neoschwagerina craticulifera Schwag.*
Archaediscus Karreri Brady
Spirillina irregularis v. Moll.*
Lingulina Szechenyi Lorenth.*
Lingulina nankingensis Lorenth.*
Climacammina cf. *communis* v. Moll.*
Climacammina sp.
Gyroporella sp.
Dactyloporella sp.

Je n'ai pas besoin d'insister sur l'identité de cette faune avec celle que j'ai recueillie dans les différents gisements appartenant au même horizon dans le Yun-nan oriental. Je marque d'un astérisque les espèces identiques à celles que l'on recueille dans les gisements yunnanais.

De Pou-pjao localité située dans l'O. du Yun-nan, Loczy cite des formes des calcaires à Productus inférieur et moyen de la Salt Range.

Polypora koninckiana Waag. et Pichl.* — *Monteculipora* ?
Polypora cf. *gigantea* Waag. et Pichl. — *Archaediscus Karreri* Brady
Fenestella ou *Polypora* indt. — *Tetrataxis conica* Ehrb.*
Cyathocrinus indt.

Polypora koninckiana Waag. et Pichl. se trouve dans le Yun-nan oriental dans les couches à *F. multiseptata* et *F. incisa* Schellw.

Certains auteurs placent dans l'Ouralien les couches de Yarkalo dans la vallée du Lan-tsan-kiang (haut Mé-kong) dans lesquels le P. Desgodins a recueilli la faune décrite par Loczy, mais il paraît plus juste de suivre l'appréciation de MM. Diener et Loczy et de les mettre dans l'Artinskien.

Kwang-si : Entre Kwéi-lin-sen et Tchouang-chan dans le Kwang-si, M. Douvillé a reconnu dans un calcaire noir à polypiers recueilli par M. Leclère :

Fusulina sp. — *Syringopora* sp.
Schwagerina princeps Ehrb.* — *Peronella* sp.

Kiang-si : Dans le Kiang-si se trouve le fameux gisement de Lo-ping décrit par Kayser (1) dans les couches qui surmontent les couches productives à charbon, que Loczy place dans le Moscovien. La liste des espèces donné par Kayser est trop longue pour être reproduite ici. Dans les 55 espèces signalées par cet auteur nous trouvons un certain nombre d'espèces existant dans l'Ouralien du Yun-nan ou rappelées par des formes très proches: *Productus aculeatus* Mar., *Fistulipora tuberosa* Kays, *Lophophyllum proliferum* Mc Chesney. Mais la grande différence consiste dans la prédominance des Fusulinidés dans l'Ouralien du Yun-nan, tandis qu'au contraire ce sont les Mollusques et les Brachiopodes qui donnent la note dans la faune de Lo-ping. Celle-ci offre de grandes affinités américaines, et une forme nord-américaine ou du moins une forme presque identique à *Lophophyllum proliferum* Mc. Chesney vient jusqu'au Yun-nan. A côté de cela la faune de Lo-ping renferme des espèces telles que *Richthofenia Lawrenciana* de Kon. que l'on trouve dans la Salt-Range ; en dehors de ces formes particulières à un domaine zoologique donné on recueille toute une série de formes cosmopolites.

Il faut remarquer qu'un certain nombre d'espèces de Lo-ping indiquent déjà de grandes affinités avec l'Artinskien, comme *Leptodus Richthofeni* Kays., *Richthofenia Lawrenciana* de Kon., *Strophalosia horrescens* de Vern. et il paraît convenable pour cela de les placer à la partie supérieure de l'Ouralien. Mais on y rencontre aussi des espèces qui au Yun-nan s'observent dans des horizons moins élevés. Tel est le cas de *Productus Nystianus* de Kon. var. *lopingensis* Kays., de *Productus undatus* Defr. qui existent dans le Dinantien yunnanais, *d'Orthothetes crenistria* var. *senilis* Phill. du Moscovien au Yun-nan, espèces qui paraissent posséder une extension verticale considérable.

Kan-sou : Dans la région occidentale du Kan-sou Loczy (2) a signalé les schistes noirs de Teng-tian-tching à *Chonetes uralica* Nik. de l'horizon de Gshel. Dans la région du Koukounor existent des calcaires à *Schwagerina princeps* Ehrb. et d'autres à *Neoschwagerina craticulifera* Schwag. (3), mais dans le N. O. viennent se ranger dans l'Ouralien des couches de charbon avec plantes.

---

(1) Kayser : *Obercarbonische Fauna von Lo-ping* (in China, IV. Bd).
(2) Loczy ; in Szechenyi, III, p. 197.
(3) Futterer *Durch. Asien* III, 1903.

Mts Semenow. Tien-Chan : Dans les monts Semenow (N. E. du Tibet) on a signalé (Schellwien) des couches à *Neoschwagerina craticulifera* Schwag., ainsi que des calcaires gris à *Enteletes carniolicus* et *Richthofenia* qui indiquent le sommet de l'Ouralien.

Dans le *Tien-chan*, dans la région du Fort Tongitar, Stolickza a fait connaître une faune à *Spirifer poststriatus* Nikit. et *Chonetes dalmanoides* Nikit. de l'horizon de Gshel, des calcaires à *Productus indicus* Waag. du calcaire moyen à Productus de l'Inde et *Productus opuntia* Waag. des Cephalopoda beds de Jabi, ce dernier horizon tenant plutôt à l'Artinskien qu'à l'Ouralien.

Moyen Yang-tseu : Dans la partie moyenne du Yang-tseu Blackwelder(1) rapporte au Carbonifèrien supérieur les couches à *Lonsdaleia chinensis* de Ta-ning-hién, celles à *Carnegia Bassleri* Girty dont la faune est assez pauvre.

Ngan-hoéi, Liao-toung, Hou-nan : Dans ces provinces l'Ouralien offre comme dans le N. O. du Kan-sou un caractère incomplètement maritime ; et les alternances de dépôts marins et houillers sont fréquents. Dans la région de Nan-king les couches à charbon exploitées alternent avec les couches marines à *Productus indicus* Waag. et *Productus lineatus* Waag. Les couches à *Pecopteris cyaltea*, *Cordaites principalis*, *Annularia maxima* du Hou-nan sont superposées au calcaire (2). Dans le Liao-toung également des intercalations terrestres contiennent une flore stéphanienne à affinités permiennes (3).

Inde : Dans l'Inde se déposaient à cette époque le calcaire inférieur à *Productus*, avec les couches à Fusulines subcylindriques que nous avons retrouvées au Yun-nan, dans une série incontestablement ouralienne, de sorte que suivant l'opinion de MM. Diener (4) et Tschernyschew (5), et contrairement aux idées de Waagen et de Noetling (6) qui fait monter le calcaire à Productus inférieur dans le Thuringien, nous considérons ce dernier comme ouralien et croyons même qu'on doit suivre M. Tchernyschew en allant plus loin encore et en plaçant dans l'Ouralien une partie du calcaire moyen à Productus, par conséquent en englobant dans l'Ouralien les couches d'Amb, plus celles de Katta et de Virgal. (7).

Birmanie : Les calcaires à *Productus* cf. *sumatrensis* Rœm., *Pleurotomaria* aff. *durga* Waag. et *P. subcostatus* de Tenasserim (8) se relient aux calcaires ouraliens du Yun-nan.

Indochine : Au Tonkin l'Ouralien est représenté par des calcaires de Yen-lac et des calcaires blancs contenant à Thanh-moi le même fossile en abondance : (9) *Schwagerina princeps* Ehr., les calcaires à *Spirifer striatus* Mart., *Spirifer Oldhamianus* Waag., *Athyris* cf. *semiconcava* Waag., les calcaires de Méo-vac à *Dielasma angulata* Waag. (10), *Schwagerina princeps* Ehr. et *Spirifer Striatus* Mart. appartiennent à l'Ouralien du Yun-nan.

Au nord de Dao-lac, entre Coc-pan et Van-Vaï ont été recueillis par M. Lantenois des calcaires à *Lonsdaleia indica* Waag. et Wentz. et *Lonsdaleia* cf. *virgalensis* Waag. et Wentz. ; (11) comme au Yun-nan

---

(1) E. Blackwelder : *Research in China*, vol. II.

(2) Zeiller : *Annales des mines* 8 II, p. 345, 1901 et Loczy, *op. cit.*

(3) Abbado : *Palaeont. ital.* (1900) et Richthofen, *China* (IV Bd.)

(4) Diener : *Mem. Geol. Surv. of India* (1897).

(5) Tchernyschew : *Die obercarbonische Brachiopoden d. Ural u. Timan.* Mém. Com. Geol. russe, III, vol. 16, n° 4, 1902, et *Records of the Geolog Survey of India*, vol. XXXI, part, III, 1904.

(6) Noetling : *Records Geol. Surv. of India*, vol. XXVI, p. 96 1893, Neues Jahrb. XIV., Geol. Surv. of India, Report, 1900.

(7) L'absence de Néoschwagerines et de Doliolines, absolue jusqu'à présent dans l'Inde, donne aux dépôts ouraliens de cette région un aspect très différent de ceux de Chine.

(8) Noetling. *Carboniferous fossils from Tenasserim.* Rec. Geol. India XXVI, 1893

(9) H. Douvillé : *Calcaires à Fusulines de l'Indochine.* Bull. Suc. Géol. Fr. 4e série, t. VI p. 576, 1906 et H. Mansuy : *Contribut. à la Carte géol. de l'Indochine, Paléontol.* p. 57, 1907, Hanoï.

(10) H. Mansuy, *op. cit.*

(11) H. Mansuy, *op, cit.* p. 54-55.

Lonsdaleia indica existe dans les calcaires à *Fus. multiseptata* et dans ceux à *Schwag. princeps*, il est probable qu'au Tonkin il représente le même étage.

Enfin j'ai moi-même retrouvé récemment au Tonkin les calcaires à *Fusulina multiseptata* Schellw. dans les calcaires de Dong-dang (1) près de la frontière chinoise avec le même facies que là où je les avais découverts au Yun-nan (2).

Au sujet de l'extension géographique des espèces de Fusulinidés ouraliens signalés dans les gisements fossilifères du Yun-nan, je crois devoir prier le lecteur de se reporter à la troisième partie de ce Mémoire où j'ai traité cette question d'une façon aussi détaillée que possible (Etude des Fusulinidés de Chine et d'Indochine et classification des calcaires à Fusulines). Je crois pour cette raison inutile de reprendre ici ce sujet.

J'ai tenté dans le tableau suivant de mettre en parallèle les horizons carbonifériens yunnanais et les couches de même âge des autres régions asiatiques environnantes.

---

(1) J. Deprat : *Sur le classification des calcaires à Fusuline en Chine et en Indochine*, C. Ac. Sc. 13 mars 1911.

(2) Pendant la mise en page de cette feuille j'ai découvert en Annam une puissante série de calcaires ouraliens à Fusulinidés reposant en discordance sur du Dinantien à *Phillipsia*. J'ai retrouvé sur la feuille de Roon les calcaires à *Schwag. princeps*. Ehrb. et à *Lonsdaleia* et je possède du Quang-tri des échantillons contenant en abondance *Fusulina multiseptata* Schellw.

Essai de Synchronisation des dépôts carboniferiens marins d'Asie au Sud du continent de l'Angara

ÉTAGES		YUN-NAN ORIENTAL — Yun-nan occidental (Yao-tcheou-fou, Ta-li-fou, Yong-tchang-fou)	YUN-NAN ORIENTAL — Région à l'est du Tié-tchen-chan	YUN-NAN ORIENTAL — Région entre Tong-tchouan et Yun-nan-fou	YUN-NAN ORIENTAL — Yun-nan occidental et Yun-nan tibétain	INDO-CHINE — Birmanie	SSE-TCHOUAN, HOU-PE, KWANG-SI, KWEI-TCHEOU, KAN-SOU	MONGOLIE — Sumendow, Tien-chan, etc.	CHANG-TOUNG, LIAO-TOUNG, HOU-NAN, NGAN-HOUI, KIANG-SI	SALT RANGE	HIMALAYA — Cachemire	ILES — De la Sonde	ASIE OCCIDENTALE — Perse, Boukharie, Turkestan, Asie Mineure	TYPES DE COMPARAISONS — Alpes carniques (Trégl.)	TYPES DE COMPARAISONS — Russie, Oural
OURALIEN	*h9a*	Calcaire à *Neoschwagerina multicarinoidea*													
	h9	Calcaire à *Neoschwagerina craticulifera*			Calcaire d'I-yan-tang à *N. craticulifera*	Calcaires inférieurs de Lang-Nao	Calcaires à *N. craticulifera* de Long-chan-chong (Kiang-si)		Calcaire à *Neosch. craticulifera*, de Long-chan-chong (Kiang-si)			Calcaire supérieur de Padang à *N. Neosch. craticulifera*			
	h8	Calcaire à *Schwagerina princeps* et *Lonsdaleia indica*				Calcaires de Yen-Tan, Bao-Lac	Calcaires à *Schw. princeps* de Wei-ning-chou (Kwei-tcheou) et du Kwang-Si.						Calcaire de Baïa Maaden à *Neosch. craticulifera*	Calcaires d'Tubee à *Neosch. craticulifera*	
	h7a	Calcaire à *Fus. incisa* et calcaire à *F. multiseptata, F. globosa, F. tenuissima, F. complicata, Doliolina Alicia* avec *Reticularia lineata, Polypora Konnickiana, Lonsdaleia* cf. *virgalensis*, de Mi-Leu, Wou-lou-si-chou, Ien-sen-tang, le-chouei-tang, etc.			Calcaire de Pou-piao à *Polypora konin-kiana*.	Calcaire de Dong-Dang et du Quang-tri à *Fus. multiseptata*.	Calcaire de Schistes noirs de Wou-tchang du Teng-tian-tcheng, à *Chonetes uralica*.		Couches à *Neosch. craticulifera* Calcaires à *Endelectes carnifons* et couches du Fort Fuqua à *Spirifer posistriatus* et calcaires à *Productus indicus* Grès et schistes à Cordaites d'Ouroumtsi	Couches à *Pecopteris cvatheoides* du Hou-nan, alternances marines et continentales du Liao-Toung et de Nan-kin à *Productus indicus*	Partie inférieure du Calcaire à Productus moyen couches de Katta et de Virgati	Couches de Barus (Cachemire) et Calcaire de Spiti				
	h7											Calcaire de Padang.	Calcaires à *F. multiseptata* ? Schellw. Calcaires à Productus des environs d'Ispahan : Couches à *Fusulinella* et *Lonsdaleia* des Bakhtyaris.		Calcaire à *F. multiseptata* des Alpes carniques avec interstalations de couches houillères	Couches de Oshel à *Choanetes uralica*,
	h6	Calcaire à *Doliolina Claudiae*.													
	h5	Calcaire à *Productus compressus*.				Calcaire de Tenasserim.									Calcaire à *Omphalotrochus*
	h4	Calcaire à *F. kattaensis*													
	h3a	Calcaire à *Fus. tchongkiangensis*	Lacune												
	h3	Calcaire à *F. brevicula*.		Calcaire à *Fus. brevicula*							Calcaire à *F. brevicula* de Tai-Hou.				
MOSCOVIEN	*h2*	Calcaires de Chouei-tang								Schistes de Lo-Pang à *Choanetes uralica*					
	h1	Calcaire à Gastropodes de Lo-a-tien								Calcaire inférieur à Productus (Couches d'Amb à Fusulines longues subcylindriques (*F. Kattaensis*)					
	h..	Calcaires dolomitiques à *Chaetetes*. Série des couches à charbon à *Spirif. mosquensis, Fus. regularis* de Enl-kai, etc.., *labradorite* localement Calcaires à Foraminifères.		Couches de Tali-chan à *Sp. mosquensis*.	Calcaires à *Sp. mosquensis*.	Calcaire noir à polypiers du Kwang-si. Gisements houillers du Hou-pé	Calcaires de Ling-tian-tcheng. Couches marines et continentales alternantes de San-ta-chien Calcaires de Kan-tchou-fou.	Calcaires du Tekelik-Dagh.	Couches houillères.			Argile et conglomerats à coulaires et Grès mouchetés à *Eurydesma*.	Calcaires du Cachemire, Quartzites de Muth et calcaires à Crinoides.	Calcaire noir inférieur de Padang à *Spir. mosquensis*.	Couches houillères d'Arpatchaï et d'Heraclée, de la Steppe Kirghize	Couches de Miatschkowo et du Timan.
	h,b	Grès schisteux micacés supérieurs avec coulées de labradorites à la partie supérieure.													
	h,a	Horizon calcaire à *Fusulinella Struvii*.													
	h.	Grès micacés inférieurs bariolés (horizon de le-ma-tchouang).													
DINANTIEN	*hv*			Calcaires de Tou-mou-uyt à *Mart glabra*.		Couches de Lau-mou-tchang (Kwei-Tcheou) à *Orth. crenistria* (?) Couches à *Zaphrentis Delanoui* de Mi-tou et Sui-tan.	Couches à *Productus giganteus* et *Foraminifères* de San-ta-chien et couches du Bardouo à *Prod. giganteus, Martinia glabra*, etc. Calcaires à *Prod. striatus* des Mts Richthofen.	Couches de Bach-Sogon (Koktaou) à *Chon. comoides* du Tchal-tagh à *Prod. giganteus*; Couches à *Knorria* et *Lepidodendron*, du Tsin-Ling	Couches de Po-chan-sien (Chan-toung) à *Mart glabra*.		Quartzites de Muth et de Kuling, calcaires à *Syring. cuspidata*.		Calcaire de Djoulfa à *P. semireticulatus* et *Mart. glabra* ; Calcaire de Khorremabad à *Syr. cuspidata, Sp. striatus*. Calcaire à *Prod. giganteus* et couches à *Lepidod. aculeatum* d'Héraclée. Calcaire à *Spirifer tornacensis* d'Akmolinsk (Kirghiz) et de l'Altaï.		Couches à *Prod. giganteus*, couches à *Spirifer Kleini* du bassin de Moscou et Calcaire à *Prod. giganteus, Chon. papilionacea* de l'Oural. Houilles de Moscou et de l'Oural. Couches à *Prod. mesolobus*
	hiv		Calcschistes greseux à *Chonetes papilionacea*												
	hm		Schistes jaunes de Hoa-kenou												
	hu	Schistes et grès de le-chouei-tang	Grès et Schistes de Pen-kiao. Tien-sen-kouang												
	hi		Marnes et grès à *Spirifer subconicus* (Horizon de Siao-houng-po).												

Système Permien

Vue d'ensemble

Les dépôts permiens du Yun-nan appartiennent à des formations très différentes qui se groupent en trois niveaux très puissants : 1° Une grosse formation de calcaires, 2° une masse très importante de conglomérats, 3° une puissante formation gréseuse surmontée d'une série de laves basiques appartenant aux Andésites et aux Basaltes (Andoses et Auvergnoses).

CONCORDANCE AU DÉBUT DE LA PÉRIODE

La formation calcaire par laquelle débute l'étage est en conformité parfaite avec l'Ouralien qu'elle prolonge dans le sens vertical sans la moindre discordance, et en vérité, s'il n'y avait au moment où nous faisons débuter le Permien un changement temporaire, il est vrai, dans la faune faisant remplacer les Fusulinidés qui remplissaient presque exclusivement les horizons ouraliens supérieurs par une faune uniquement formée de Brachiopodes, on serait très embarrassé pour placer la coupure entre l'Ouralien et l'Artinskien à un point ou à un autre. Donc les couches artinskiennes du Yun-nan, à brachiopodes, reposent en concordance absolue sur l'Ouralien et l'immersion générale du Yun-nan, accomplie *pendant les derniers temps de l'Ouralien*, se maintient sans aucun changement.

Les calcaires artinskiens sont recouverts, toujours en concordance, par une grosse série de calcaires généralement blancs dans la région méridionale, au contraire d'un gris-bleuâtre aux environs du Fleuve-Bleu, mais sans que ces distinctions reposent sur rien d'absolu, dont la faune est caractérisée de nouveau par les Fusulinidés et surtout par *Doliolina lepida* qui remplit complètement certains bancs ; cet horizon nous paraît venir se ranger dans le Permien moyen.

Une autre série de calcaires, mais que la formidable érosion qui s'est exercée pendant la plus grande partie de Permien supérieur a généralement fait disparaître, repose sur les calcaires précédents, toujours en concordance avec eux. C'est l'horizon des calcaires à *Neoschwagerina (Sumatrina) multiseptata* n. sp. et *Neoschw. (Sumat.) Annae* Volz, Néoschwagérines extrêmement évoluées, avec lequel nous faisons débuter le Permien supérieur.

DISCORDANCE DE LA FIN DU PERMIEN SUPÉRIEUR

Après le dépôt des couches à Néoschwagérines du groupe des Sumatrines, un changement complet eut lieu qui affecta tout le Yun-nan oriental, répétition généralisée du mouvement hercynien et qui prépare l'émersion totale du début des temps jurassiques. Ce mouvement d'émersion qui ne fut pas accompagné de plissements comme le mouvement hercynien offrit un vaste relèvement épéirogénique, avec formation de poudingues puissants et une érosion énorme, indiquée par l'ablation de masses considérables de calcaires ; ainsi à quelques kilomètres de distance on voit ces poudingues reposer tantôt sur un horizon permien tantôt sur un horizon ouralien. Je prendrai comme exemple la coupe au N. de Wou-lou-si-chou, où les poudingues du Permien supérieur reposent sur les couches à *Fusulina multiseptata* avec ablation complète des horizons à *Schwag. princeps* Ehrb., de toute la série ouralienne des couches à Néoschwagerines, de l'Artinskien, des couches à *Doliolina lepida* et de celles à Sumatrines, soit plus de 350^{m} de calcaires

enlevés, tandis qu'à quatre kilomètres au S. S. O. les mêmes poudingues reposent sur les couches à *Neoschw. craticulifera*, et que dans la région de Lan-nin-tsin ils succèdent en discordance aux couches à *Doliolina lepida*.

Nous sommes donc fondé à admettre un travail d'érosion et un commencement de pénéplanation très accusé avec la formation des poudingues du Permien supérieur.

A l'étage épais des poudingues succède la sédimentation d'une série de dépôts gréseux d'un caractère très inconstant, comprenant des intercalations marneuses et des formations gypseuses, très irrégulières en épaisseur et dans laquelle apparaissent les restes de la topographie engendrée par le travail d'érosion qui suivit l'émersion générale. J'ai donné fig. 4 (texte) une vue tout à fait typique à cet égard, montrant à l'O. de Ta-hi-ti une série de rochers ouraliens et artinskiens pointant au milieu des grès rouges du Permien supérieur partiellement déblayés, nous offrant ainsi *une topographie fossile* qui date du début du Permien supérieur et émerge actuellement du manteau de grès gris qui la recouvre, comme une ville chaldéenne surgissant des sables.

En certains points dans la région de Pa-mao-tseu, Tchao-koua, Lou-léang, l'intensité de l'érosion a été telle et si longuement conduite que les grès permiens reposent sur une véritable pénéplaine où les plissements sont décapités. La figure 53 atlas est un exemple local de ce fait.

Après le dépôt des grès vient une nouvelle émersion suivie d'érosion, accompagnée d'abondantes émissions de laves.

Si maintenant nous cherchons à résumer d'une façon concise la série des faits qui se sont suivis pendant le Permien, nous reconnaissons la succession suivante :

Permien inférieur.	I	Dépôts des calcaires artinskiens en continuité avec les dépôts de la partie supérieure de l'Ouralien (couches à Néoschwagérines).
Permien moyen. . .	II	Dépôt des calcaires à *Doliolina lepida*, *Fusulina Richthofeni*, etc, prolongeant sans discordance les précédents.
Permien supérieur.	III	Dépôt des calcaires à *Neoschw. (Sumat.) multiseptata*, *Neoschw. (Sumat.) Annae*, sans discordance avec les précédents.
	IV	Emersion et formation des conglomérats du Tié-tchen-ho.
	V	Pénéplanation.
	VI	Dépôt des grès et marnes gypsifères.
	VII	Emersion, érosion et puissantes éruptions basiques.

En somme la stabilité caractérise le Permien inférieur et moyen ; le début du Permien supérieur y participe, tandis que la dernière partie de celui-ci est marquée par une succession de mouvements verticaux avec phase d'émersion prolongée amenant à un moment donné une érosion se traduisant en certaines régions par un modelé voisin de la pénéplaine.

J'ai attribué à l'Artinskien les calcaires à brachiopodes parce que leur faune les y range. Suivant les idées de M. Douvillé, j'ai rattaché au Permien moyen les calcaires à *Doliolina lepida* Schw., tandis que les couches à Sumatrines m'ont paru devoir appartenir à la base du Permien supérieur.

Je vais donner maintenant une série de coupes caractéristiques. Le Permien ayant recouvert d'une manière uniforme le Yun-nan tout entier, nous n'aurons pas à établir les distinctions de régions comme nous avons dû le faire dans l'Ouralien.

Région de Lin-ngan

Dans la région de Lin-ngan le Permien existe en blocs calcaires effondrés entre les fractures, comme le montre la carte géologique. La dislocation de la région ne permet pas d'y rechercher des séries continues.

Entre Lin-ngan et Kéou-kai. — C'est-à-dire sur la route du Fleuve Rouge, M. Lantenois a signalé des calcaires à *Doliolina lepida* Schwag. qu'il m'a été impossible de retrouver. Dans la région de Ien-seu-tong l'Artinskien est représenté par des calcaires fossilifères. Les calcaires dans lesquels se perd le Lin-ngan-'ho sont blancs ou grisâtres, remplis de cavités dans lesquelles la calcite est souvent venue recristalliser en

grosses masses ; les phénomènes de dissolution y atteignent une intensité particulière et les calcaires sont criblés de grottes, de gouffres, entonnoirs, dolines ; la production d'argile rouge de décalcification y est grande. Cette bande appartient à l'ensemble des calcaires ouraliens et permiens qui viennent buter par faille contre la région triasique d'entre A-mi-tchéou et Ngan-pien-chao. Sur le chemin de Ien-seu-tong à Lo-sé-tang j'y ai recueilli, dans des calcaires blancs avant la faille et le passage au Trias :

Camarophoria globulina Phill.

Permien à l'E. du bassin de Mong-tseu

Les calcaires permiens, concurremment avec l'Ouralien, jouent un rôle extrêmement important dans toute la région montagneuse située à l'E. de Mong-tseu, dans le Ming-kien-chann et au N. de Tchong-ho-yun. Hachés par les grandes fractures et en certains points par leurs ramifications, ils forment d'énormes blocs en contact avec le Trias moyen ou inférieur qui s'est effondré le long des masses ouralo-permiennes restées en saillies ; la rectilinéité de ces contacts anormaux est remarquable. Un simple coup d'œil jeté sur la carte géologique fera comprendre rapidement ces données (partie sud-orientale).

Partout où affleurent les calcaires permiens la région est sculptée en innombrables pitons fort curieux séparés par des dolines ; ils sont criblés de gouffres, les pertes ne se comptent pas ; les vallées sont presque toutes mortes et le plus bel exemple peut en être donné par la vallée à l'E. de la cuvette de Tse-tsou où le thalweg continu d'une vallée normale est remplacé par une innombrable quantité de gouffres à larges ouvertures en entonnoir le jalonnant ; la circulation souterraine y est intense ; je renverrai le lecteur à la description que j'ai déjà donnée de cette région, aux fig. 1 et 2 du texte. Ces conditions topographiques dans les mêmes formations calcaires ouralo-permiennes se poursuivent dans le bassin de la haute Rivière Claire, dans la région de Kai-'hoa-fou et de là au Tonkin vers Cao-bang.

J'ai montré antérieurement les brusques différences que l'on remarque dans la topographie de part et d'autre des fractures mettant en contact les masses de calcaires permiens et les schistes ou grès du Trias supérieur.

Artinskien de Tou-pi et Tse-tsou. — En général les calcaires à l'E. du bassin de Mong-tseu sont pauvres en fossiles. Au col de Tou-pi une grande fracture met en contact le Trias supérieur avec les calcaires très blancs contenant :

Camarophoria globulina Phill.
Spirigerella grandis Waag.
Spirifer (Martinia) sp. (1)

C'est de l'Artinskien. *Spirigerella grandis* existe aussi au Sseu-tchoan (Loczy) dans le gisement de Tse-de. *Spirifer (Martinia)* cf. *planoconvexus* Schum. est une espèce du gisement de Yarkalo du Yun-nan tibétain (actuellement province de Ba-tang) dans la vallée du Lan tsan-kiang et exploré par le Père Desgodins (in Loczy).

Près de Tse-tsou, toujours au contact du Trias supérieur, le long de la même fracture extrêmement importante qui se prolonge vers l'E. au delà de Tchong-ho-yun, les mêmes calcaires forment des pitons très élevés s'étageant sur le revers septentrional du Ming-kien-chann ; sur le revers méridional de la cuvette de Tse-tsou, j'y ai observé :

Camarophoria globulina Phill. — *Spiriferina cristata* Schl.
Spirigerella grandis Waag. — *Peronella* sp.

En outre, j'ai trouvé dans de grandes surfaces calcaires planes et lisses de gros Brachiopodes qu'il m'a été impossible, même en employant la masse et la mèche, de dégager :

Reticularia Waageni Loczy

Reticularia Waageni Loczy est aussi une forme de Yarkalo.

(1) Espèce qui me paraît très voisine sinon identique à *Martinia planoconvexa* Schum.

Dans la région de Mi-la-ti le Permien inférieur est représenté dans la masse des calcaires qui forment le plateau et la région de pitons que traverse le Nan-ti. Il est très difficile à distinguer des calcaires ouraliens, l'ensemble étant plissé et les plis actuellement très difficilement visibles. De plus les gisements fossilifères sont rares.

Permien entre le Tié-tchen-'ho et la Région faillée de Pong-pou et Tchou-yuen

Je n'ai trouvé dans cette haute région montagneuse aucun gisement fossilifère permien, mais les poudingues du Permien supérieur pincés dans l'Ouralien, ou même reposant directement sur le Dévonien moyen comme à l'O. de Siun-kien-sseu; l'érosion intense et prolongée y a enlevé toutes les assises intermédiaires, et cela est d'autant plus certain que l'on peut collectionner dans les poudingues des galets calcaires à Fusulinidés représenant les horizons de Permien moyen et inférieur, et même, lorsque l'Ouralien a été enlevé aussi, de nombreux échantillons des calcaires à Néoschwagérines $h9$ et $h9a$ et à *Schwagerina princeps* $h8$.

La coupe de Tsin-chouéi-tang à Siun-kien-sseu, déjà relevée par M. Lantenois, est la suivante (fig 48 atlas) :

Ouralien $h9$-8 : calcaires compacts avec pendage E. faible.

Anticlinal normal :
- Faille.....
- Permien supérieur :
  - r_2 Basaltes.
  - $r_{1,2}$ Grès rouges avec bancs marneux blanchâtres passant peu à peu à r_1 avec pendage E. 45°.
  - r_1 Puissante masse de poudingues à galets permiens et ouraliens à Fusulinidés, pendage E. rapide passant peu à peu à la verticale.
- Discordance.....
- Dévonien moyen : Calcaires verdâtres à *Stromatopores*.
- Discordance.....
- Permien supérieur r_1 Poudingues à intercalations de ciment gréseux.

Les observations de M. Lantenois sur la succession des assises sont très exactes. Je m'en sépare seulement dans l'attribution des calcaires qui terminent la coupe à l'E. et qui forment la haute chaîne abrupte qui borde le bassin effondré de Pong-pou. C'est du Carboniférien supérieur. M. Lantenois l'attribue au Trias supérieur, d'après le fossile nº 130, *Trachycenas Suessi* E. v. Mojs. recueilli par M. Counillon au sud de Kwéi-tien. En réalité le calcaire dans lequel cet échantillon a été recueilli se trouve à plusieurs kilomètres au sud de Kwéi-tien et est séparé du calcaire carbonifère par une faille, ainsi que le montre ma carte.

Comme je l'indique plus haut, on observe un passage ménagé des poudingues aux grès, ces derniers se mélangeant aux bancs de poudingues dans la partie supérieure de ceux-ci. Les grès rouges, très variables d'aspect, et que M. Lantenois a très justement assimilés aux grès rouges de Lou-nan également du permien supérieur, sont complètement dépourvus de fossiles ; ils constituent des bancs marneux et des lentilles de gypse.

Les basaltes qui terminent la série sont généralement altérés.

Coupe a l'O. du lac de Tsin-chouéi-tang. — A l'ouest de la région précédente, on observe des faits analogues, dans le prolongement N. N. E. de la bande ouralienne et permienne de Ien-seu-tong. A l'ouest du lac de Tsin-chouéi-tang qu'il ne faut pas confondre avec le Tsin-chouéi-tang de la région précédente, on relève la coupe que j'ai figurée dans la description de l'Ouralien (fig. 43 atlas); le poudingue r_1 repose directement, par l'intermédiaire d'un banc de grès, sur les calcaires ouraliens à Néoschwagerines $h9$ et $h9a$:

Trias inférieur : Psammites t_1.

Discordance.

Permien supérieur.	r_2	Basaltes, tufs et cinérites.	250 m.
	r_1	Poudingues.	150 m.
		Banc gréseux.	20 m.

Erosion et discordance.

Ouralien $h9$-$9a$: Calcaires à *Néoschwagérines*.

Ici les grès supérieurs manquent. Les basaltes offrent une puissance considérable et se montrent interstratifiés avec des tufs et des cinérites.

Coupe passant par Wou-lou-si-chou et Wang-tang. — Ici encore on voit le Permien débuter par les poudingues $r_{,,}$ sur la rive gauche du torrent de Wou-lou-si-chou, mais, tandis qu'à quelques kilomètres seulement au sud, dans la coupe précédente, ils reposent sur les couches ouraliennes les plus élevées, les horizons à *Neoschwagerines*, ici l'érosion contemporaine de la formation des poudingues a amené l'ablation de ces mêmes horizons ouraliens, plus celle des couches à *Schwagerina princeps* Ehrb., et les conglomérats épais d'environ 210 m. reposent sur les calcaires à *Fusulina multiseptata* Schellw. h_7. De plus, les grès rouges manquent et immédiatement sur les poudingues repose une énorme série de roches volcaniques qui sont des basaltes andésitiques, en épaisses coulées alternant avec des projections cinéritiques et des tufs, dans lesquelles est creusée la vallée de Wou-lou-si-chou ; une vallée affluente normale à l'axe directeur des plis, celle de Wang-tang, est complètement creusée dans ces formations et permet d'en faire une bonne étude. La bande des affleurements de laves basiques a environ 5 km. d'épaisseur. Au sud elle disparaît sous le Trias inférieur près de l'extrémité nord du lac de Tsin-chouéi-tang. La fig. 93 (atlas) à laquelle je prie le lecteur de se reporter fixe son allure générale. On a :

Trias inférieur t_1 psammites rouges.
Discordance.

Permien supérieur.	r_2	Masse de labradorites, avec tufs et cinérites	250 m.
	$r_{,,}$	Poudingues à galets ouraliens et permiens riches en Fusulinidés	200 m.
		Grès rougeâtre	20 m.

Discordance.
Ouralien $h7$ Calcaires à *Fus. multiseptata* Schellw.

A l'E. de Wang-tang une étroite petite vallée sert à la fois de torrent et de chemin pour monter vers le lac de Tsin-chouéi-tang. J'ai pu y relever le détail des couches dans la série des basaltes. On observe en ce point (fig. 49 atlas) :

Trias inférieur discordant.

Permien supérieur.	Série basaltique.	Tufs grossiers	50 m.
		Basalte	20 m.
		Tufs grossiers	15 m.
		Basalte	25 m.
		Cinérite	15 m.
		Basalte	50 m.

La partie inférieure n'est pas visible ici.

Région a l'ouest de Po-shi. — Ici l'érosion a respecté davantage la série des calcaires permiens et nous allons observer dans le Wou-tsa-chann des séries beaucoup plus complètes. La meilleure est celle que l'on peut relever entre Ho-tein et Tou-lao-houé. Nous avons déjà étudié cette coupe partiellement (fig. 45 atlas) à propos de l'Ouralien.

Coupe entre Ho-tein et Tou-lao-houé. — Sur les horizons les plus élevés de l'Ouralien (transgressif lui-même, comme nous l'avons vu, sur le Cambrien à *Redl. chinensis* Walc.) reposent les calcaires permiens en concordance :

Permien supérieur.		Basalte.	
		Lacune par érosion.	
	r,	Calcaires grisâtres à Néoschwagérines (Sumatrines)	10 m.
Permien moyen....	r_{II}	Calcaires blancs à *Doliolina lepida* Schw	100 m.
Artinskien.....	r_I	Calcaires à *Brachiopodes*.	
Partie supérieure de l'ouralien...	$h9a$	Calcaires à *Neoschwag. multicircumvoluta* n. sp.	
	$h9$	Calcaires à *Neoschwagerina craticulifera* Schw.	

Le basalte sur lequel s'élève le village de Tou-lao-houé coupe en discordance les calcaires r_1. On remarquera l'absence des poudingues et des grès rouges $r_{,,}$ et $r_{,,,,}$.

Toute cette série est fossilifère et on peut faire de bonnes récoltes dans les calcaires.

L'horizon calcaire r_I artinskien contient :

Martiniopsis inflata Waagen
Spirigerella grandis Waagen
Athyris cf. *angulata* Mansuy
Spirifer Blasii Vern.
Hemiptychina sparsiplicata Waagen
Camarophoria globulina Phill.
Naticopsis cf. *piriformis* Mansuy
Pleurotomaria sp.
Poteriocrinus sp.

Les calcaires blancs r_{II} très compacts sont très riches en Foraminifères :

Doliolina lepida Schwag.
Schwagerina Verbeeki Gein.
Fusulina Richthofeni Schw.
Fusulina Mansuyi n. sp.
Fusulina Lantenoisi n. sp.
Lingulina Szechenyi Lorenth.
Lingulina nankingensis Lorenth.

Les calcaires gris r_1 ne contiennent que des Foraminifères :

Neoschwagerina globosa Yabe
Neoschwagerina (Sumatrina) Annae Volz
Neoschwagerina (Sumatrina) Annae Volz var. *stricta* n. var.
Doliolina pseudolepida n. sp.
Fusulina exilis Schw.
Fusulina Margheritii n. sp.
Schwagerina Douvillei n. sp.

Les espèces nouvelles de cette faune sont décrites dans la 3e partie du présent Mémoire (Etudes des Fusulinidés de Chine et d'Indochine, 3e fascicule.)

Environs de Mo-pe-tchong : La localité de Mo-pe-tchong s'élève au milieu d'une région calcaire couronnant les hauts sommets à l'O. de Po-shi ; le Permien sculpté en dolines et pitons d'une altitude moyenne de 2.350m. est fossilifère. Seuls sont représentés les horizons r_I et r_{II}.

Sur le sentier de Po-shi à Mo-pe-tchong les calcaires permiens apparaissent après San-chai-loung ou Lo-lo-tchong derrière la brèche par laquelle on aborde les calcaires ouraliens transgressifs sur le Dévonien dans les grands à pics qui surplombent la plaine de Po-shi. A 300m. du passage en allant vers Mo-pe-tchong on traverse les calcaires blancs r_{II} remplis de Doliolines. J'y ai recueilli :

Doliolina lepida Schwag.
Schwagerina Verbeeki Gein.
Fusulina Richthofeni Schw.
Fusulina Lantenoisi n. sp.

Les ondulations du calcaire font apparaître à 1 km. de Mo-pe-tchong les calcaires artinskiens r_I qui près d'une ancienne mine ou plutôt recherche de cuivre abandonnée se montrent riches en fossiles :

Productus sp.
Spirifer Blasii Vern.
Spirigerella grandis Waag.
Hemiptychina sparsiplicata Waag.
Geinitzella crassa Lonsdale
Lonsdaleia sp.

Le grand piton qui se dresse derrière Mo-pe-tchong est rempli de *Doliolina lepida* et *Schwagerina Verbeeki*. Du reste d'une façon générale les calcaires autour de Mo-pe-tchong sont très fossilifères. Entre ce village et les affleurements dévoniens sur le sentier de Ho-tein les gisements se multiplient surtout dans les calcaires r_{II}. Un peu avant la sortie des calcaires, la roche très blanche se montre criblée de Foraminifères extrêmement bien conservés.

Schwagerina Verbeeki Gein.
Doliolina lepida Schwag.
Fusulina Richthofeni Schwag.
Fusulina Lantenoisi n. sp.
Fusulina Mansuyi n. sp.
Fusulinella sp.
Lingulina Szechenyi Lorenth.
Tetrataxis cf. *maxima* Schellw.
Textularia sp.

Cette série de calcaires blancs se prolonge dans les environs de Sin-tchai au N. de Mong-ti-tsen, au S. E. de Tsin-long-kai.

Entre cette localité et Sin-tchai le sentier muletier très mauvais chemine à 2000 m. d'altitude dans une bande calcaire où sont représentés l'Ouralien et le Permien inférieur et moyen, sculptés en région karstique riche en gouffres et en dolines. J'y ai relevé sur 2 km. cinq gisements artinskiens dont l'ensemble m'a fourni :

Spirifer Blasii Vern.
Martinia aff. *planoconvexa* Schum.
Spirigerella grandis Waag.
Martiniopsis inflata Waag.
Camarophoria globulina Phill.
Uncinulus sp. (cf. *timorensis* Dav.) ?
Athyris cf. *angulata* Mansuy
Athyris sp. (cf. *Royssii* Lév. ?)
Productus gratiosus Waag. (1)
Hemiptychina sparsiplicata Waag.
Lonsdaleia sp.

Cette faune offre de très grandes analogies avec celle de Yarkalo (province tibétaine de Ba-tang) et de Tse-de (Sseu-tchoan). On peut la considérer comme bien nettement artinskienne. Elle offre aussi beaucoup d'affinités avec celle du calcaire à Productus moyen de l'Inde, et avant tout de sa partie supérieure (Assise de Kalabagh). *Spirifer Blasii* Vern. établit des rapports avec l'Artinskien russe.

Région entre Po-shi et Mi-leu. — Le Permien offre un beau développement entre les sous-préfectures de Po-shi et de Mi-leu, c'est-à-dire dans la région montagneuse du Che-hoa-chann, entre le cours du Tié-tchen-'ho et du Mi-leu-'ho. Les calcaires s'étendent comme un manteau peu plissé revêtant l'Ouralien qui est transgressif sur le Dévonien et débute (Voir page 140) par les couches à *Fusulina multiseptata* Schellw. Les couches étant dans cette région peu dérangées de l'horizontalité, sauf près de Mi-leu d'une part, de Po-shi (pli du Wéi-téou-chann) de l'autre, il en résulte qu'il est assez difficile de trouver une série un peu complète car les étages les plus inférieurs n'arrivent pas à la surface. De plus, l'érosion récente a enlevé presque complètement dans la région de Che-mo et à l'O. de Mi-leu la formation des poudingues $r_{,,}$ et des grès rouges $r_{,,,}$ qui au contraire un peu au N. dans la région de Lan-nin-tsin prennent une très grande importance qui augmente de plus en plus à mesure que l'on se dirige au N. vers Lou-nan. La carte géologique au 1 : 200000e (partie nord orientale) montre clairement comment le travail destructeur de l'érosion s'est exercé davantage au sud de Lan-nin-tsin qu'au nord. M. Lantenois avait déjà reconnu ce fait en disant (op. cit. p. 24) « Les grès rouges et la roche éruptive se terminent en biseau sur le calcaire blanc, avant qu'on atteigne Che-mo en venant de Lan-nin-tsin ».

Bande artinskienne entre A-ki-i et Mo-chien-tsin : Une bande de calcaires permiens passe avec une direction N. N. E. à l'ouest du bassin de Mi-leu. Une photographie montre l'allure topographique de ces calcaires semés de dépressions sans écoulement. D'un parcours de plus de 100 km., cette ligne d'affleurements va aboutir dans la région de Ta-hi-ti et entre Tchao-koua et Tien-sen-kouang où nous la retrouverons.

Au N. de A-ki-i, sur le chemin de 'Hoa-keuou, entre la source vauclusienne de Long-tang et Hou-an (ngan)-ko, dans la vallée sèche que suit le sentier en amont de Long-tang et avant la montée qui mène à Hou-an (ngan)-ko, les calcaires très blancs renferment la faune artinskienne :

Spirifer Blasii Vern.
Spirigerella grandis Waag.
Productus gratiosus Waag.
Hemiptychina sparsiplicata Waag.
Lonsdaleia sp.

(1) Je n'ai pu rapporter d'échantillons complets de ce *Productus* que je ne puis considérer comme différent de *P. gratiosus* Waag.

Permien de Che-mo, entre Sié-si-fé et Wéi-téou-chann : Entre la grande fracture de Wéi-téou-chann et la région dévonienne de Sié-si-fé, j'ai indiqué dans ma carte une série de bandes permiennes coexistant avec l'Ouralien.

J'ai montré fig. 25 (atlas) comment dans toute cette région le Dévonien moyen et supérieur dans la région de Mo-chien-tsin et de Che-mo est recouvert transgressivement et en discordance par les calcaires ouraliens auxquels fait suite le calcaire artinskien concordant avec lui. Au nord du sentier de A-ki-i à Che-mo, l'Artinskien repose directement sur le Dévonien.

A l'est du village de Che-mo entre le village et Sié-si-fé, on observe la coupe suivante sur le revers oriental de la chaîne de collines qui sépare la bande des calcaires ouraliens et permiens de la large zone des affleurements dévoniens.

Permien supérieur.	{	Basalte altéré avec mouches de carbonate du cuivre. Grès rougeâtre sans fossiles peu épais.
Permien inférieur.	—	Calcaire blanc artinskien.
Ouralien.	—	Calcaires à *Néoschwagerines*.

Les calcaires très blancs renferment à la montée, avant le petit col au de là duquel on descend sur Che-mo :

Spirifer Blasii Vern.
Martiniopsis inflata Waag.
Productus gratiosus Waag.
Hemiptychina sparsiplicata Waag.
Uncinulus sp.
Uncinulus sp.
Geinitzella crassa Lonsd.

Entre Che-mo et Wéi-téou-chann affleurent les calcaires r_{II} qui, dans la coupe précédente, ont été enlevés par l'érosion antérieure au dépôt des grès permiens. Ils sont particulièrement riches en Foraminifères. J'en ai relevé de nombreux gisements autour de Che-mo et entre Che-mo et Wéi-téou-chann. Les uns et les autres m'ont donné :

Doliolina lepida Schw.
Schwagerina Verbeeki Gein.
Fusulina Richthofeni Schw.
Fusulina Lantenoisi n. sp.
Fusulina Mansuyi n. sp.
Lingulina nankingensis Lorenth.
Lingulina Szechenyi Lorenth.
Bigenerina sp.
Textularia sp.

La figure 50 (atlas) montre l'allure des couches ouraliennes et permiennes dans la région du plateau de Che-mo et du Wéi-téou-chann ; celle-ci indique aussi des lacunes uniquement locales dues à l'érosion contemporaine de l'émersion antérieure au dépôt des grès et, tandis que dans la partie orientale de la coupe, dans le flanc oriental des collines de Che-mo, les grès peu développés reposent directement sur l'horizon r_I artinskien, dans le plateau de Che-mo les calcaires r_{II} à *Doliolina lepida* sont demeurés et dans le Wéi-téou-chann les poudingues épais s'intercalent comme le montre la coupe entre les calcaires r_{II} et les grès $r_{,,,}$. On a alors :

Permien supérieur.	λ_2	Basalte.
	$r_{,,,}$	Grès peu épais passant à l'horizon inférieur (environ 45 m.)
	$r_{,,}$	Poudingues à galets surtout formés de calcaires ouraliens et du Permien inférieur et moyen.
Permien moyen. . .	r_{II}	Calcaire blanc ou jaunâtre (Horizon à *Doliolina lepida*).
Permien inférieur.	r_I	Calcaires à Brachiopodes.

Environs de Lou-kiu, Lan-nin-tsin. — Comme le fait voir la Carte géologique au 1 : 200000e au N. de la ligne Po-shi Mi-leu se prolonge la bande des terrains d'entre Che-mo et Wéi-téou-chann, toujours peu plissée, aux pendages se poursuivant régulièrement sans varier sur plusieurs kilomètres. Les calcaires

ouraliens disparaissent ici complètement sous le manteau permien. Cette bande d'affleurements est comprise entre deux fractures de grande importance, la faille de Lou-nan et celle de Lan-nin-tsin.

Une excellente coupe est celle que j'ai relevée entre Lou-khi et Lan-nin-tsin par Lao-tsi-chan et que je donne fig. 51 (atlas). Le pendage général des couches se fait vers l'O. N. O. ou l'O. :

Permien supérieur.	λ_2	Basalte de Lao-tsi-chann.	
		Discordance accusée.	
	$r_{,,,}$	Masse de grès rouges sableux remplis de cordons de petits galets avec bancs de poudingues à gros galets intercalés.....	300 m.
	$r_{,,}$	Poudingues épais à galets de calcaires ouraliens et permiens.....	150 m.
		Discordance.	
Permien moyen. . .	r_{II}	Calcaires blancs à *Doliolina lepida* Schw.....	120 m. (?)

Les calcaires artinskiens n'apparaissent pas. Le grand intérêt de cette coupe réside dans le fait qu'on peut y saisir de la façon la plus évidente les rapports des différentes formations permiennes entre elles et préciser les phénomènes d'érosion accompagnant les émersions dues aux mouvements verticaux de l'écorce pendant le Permien supérieur ; ainsi les basaltes sur lesquelles s'élève le village de Lao-tsin-chou forment une couverture s'étendant indifféremment sur des horizons différents ; à l'E. de Lao tsin-chou entre ce village et Lan-nin-tsin on voit les coulées reposer sur les calcaires r_{II} à *D. lepida* Schw., tandis que sous le village elles s'étendent sur les poudingues $r_{,,}$, ceci représenté dans les figures 51 et 52 (atlas); et un peu au N. O. de la même localité et au sud vers Che-mo, ces mêmes basaltes recouvrent les grès $r_{,,,}$; ainsi nous avons ici le témoignage d'une pénéplanation presque achevée dans cette région après le dépôt des grès rouges et avant l'épanchement des laves.

Les grès rouges $r_{,,,}$ sont des roches généralement très meubles, passant souvent à des sables très grossiers avec des lentilles marneuses intercalées et parfois du gypse. La formation dépourvue de fossiles a une épaisseur énorme ici, elle dépasse 300 m. Des cordons de sable très grossier avec des petits galets s'observent à toutes les hauteurs ; plus rarement des bancs de poudingues épais de 2 à 3 m. comme au-dessous de Lou-khi. Il est inutile d'insister sur ce fait que ces dernières formations sont entièrement épisodiques et locales et s'atténuent dans le sens horizontal avec rapidité. Mais on doit remarquer que *jamais le moindre épisode calcaire n'y apparaît*. La formation des grès rouges offre une excellente coupe au-dessous de Lou-khi.

Les poudingues épais ici de 150 m. environ reposent en discordance sur les calcaires à *Doliolina lepida* Schw. dont ils renferment de nombreux galets concurremment avec les débris d'Ouralien.

Les calcaires à *Doliolina lepida* Schw. apparaissent entre Lao-tsin-chou et Lan- nin-tsin à travers la couverture de basaltes (fig. 51 atlas) avec une direction générale N. N. E. par moments voisine du N. J'y ai trouvé beaucoup de points fossilifères ; le plus riche est celui qui se trouve au col entre Lao-tsin-chou et Lan-nin-tsin à la sortie de la roche éruptive. On y trouve :

Schwagerina Verbeeki Gein.
Doliolina lepida Schwag. var. *ellipsoidalis* Schwag.
Fusulina Richothfeni Schwag.
Fusulina Lantenoisi n. sp.
Fusulina Mansuyi n. sp.
Lingulina Szechenyi Lorenth.
Bigenerina sp.
Textularia sp.

Région de Ta-me-ti. — Le prolongement N. N. E. de la bande permienne que nous avons étudiée plus au sud entre Mo-chien-tsin et A-ki-i passe à l'E. de Ta-me-ti, entre cette localité et Mo-tou-tsin. J'ai déjà donné une section de cette région (fig. 26 atlas). Les couches r_I et r_{II} y forment une masse épaisse de calcaires blancs ou rosés, dolomitiques, très pauvres en fossiles. Vers l'est, ils disparaissent complètement, ayant été enlevés avant le dépôt des grès $r_{,,,,}$. Ces derniers forment sur les calcaires une couverture interrompue ; ils sont conservés surtout dans les synclinaux ; la région offre ainsi une alternance de bandes calcaires sculptées en pitons hardis, creusés de gorges sauvages, entre lesquelles au contraire s'étendent des zones de collines arrondies aux lignes très douces (Tcha-long, He-ni-tsin, Sin-tchai).

Les grès offrent ici un facies un peu différent de celui de Lou-khi. Ce ne sont plus seulement les grès rouges sableux, mais ceux-ci tendent à faire place à des grès gris durs passant quelquefois à des quartzites, dans lesquels les intercalations marneuses bariolées sont fréquentes.

Les calcaires r_I et r_{II} sont transgressifs directement sur le Dévonien supérieur plissé antérieurement à leur dépôt (phase hercynienne). Ils sont eux-mêmes recouverts très régulièrement par les grès qui, près de Ta-me-ti et près de Sin-tchai, reposent sur le Dévonien supérieur par ablation des calcaires permiens. Nous retrouvons encore ici les mêmes faits que plus au sud vers Che-mo.

Formation gréseuse du permien supérieur aux environs de Tchao-koua. — Autour de Tchao-koua le Permien supérieur uniquement représenté par l'horizon des grès repose presque toujours sur le Dévonien, et de l'examen de la région il ressort qu'avant leur dépôt l'émersion fut suffisamment prolongée pour réduire entièrement le pays à l'état de pénéplaine dans laquelle les saillies étaient à peu près complètement supprimées. L'érosion actuelle en enlevant peu à peu les formations gréseuses, a restauré la physionomie de la région en faisant reparaître à peu près la topographie de la pénéplaine avant le dépôt des grès. La fig. 27 (atlas), dans laquelle j'ai montré l'allure des dépôts dévoniens entre Pa-mao-tseu et Tchao-koua, fait voir aussi la position des lambeaux permiens gréseux transgressifs sur le Dévonien.

Les sédiments gréseux sont très irrégulièrement distribués autour de Tchao-koua ; la Carte géologique montre leur distribution actuelle ; mais à côté des affleurements de grande étendue, on trouve deci-delà une foule de petits affleurements souvent de superficie très faible conservés dans de petites dépressions entre des pitons dévoniens.

L'horizon des grès n'offre pas de série déterminée, mais un ensemble de grès rouges ou jaunes plus ou moins cohérents ou au contraire sableux, avec de nombreuses intercalations de marnes généralement écailleuses rouges, vertes, blanches ou noires, dont les épaisseurs respectives varient beaucoup et sur des distances restreintes.

J'ai reproduit dans la figure 53 (atlas) une coupe très nette prise au bord même de chemin muletier entre Tchao-koua et Pa-mao-tseu et représentant un lambeau permien discordant sur les couches dévoniennes (d_2a et d_2b Dévonien inférieur) légèrement relevées. On observe en ce point :

Etage des grès $r_{,,,}$ du Permien supérieur.	6	Marnes rouges.	11 m.
	5	Grès quartziteux.	5 m.
	4	Marnes schisteuses noires, blanchissant par altération.	2 m.
	3	Grès quartziteux.	4 m.
	2	Marnes schisteuses noires.	2 m.
	1	Grès gris.	11 m.
Discordance.			
Dévonien inférieur.			

La base seule de l'horizon des grès est ainsi visible.

On suit ces formations tout le long de la faille qui, passant un peu à l'O. de Tchao-koua, file avec une direction S. S. O. vers Mo-tou-tsin. Les grès permiens sont effondrés le long de cette fracture qui les met en contact avec le Dévonien moyen suivant une surface généralement verticale (fig. 123 atlas). Ce sont les grès bariolés jaunes, gris ou rouges, les marnes schisteuses noires, rouges ou vertes qui depuis Mo-tou-tsin jusqu'aux environs de Tchao-koua en passant par Hou-lou-keuou et Chouang-long-tsin forment les collines arrondies d'une altitude moyenne de 1800 m. qui s'étendent à l'O. de la fracture.

A l'est de Tchao-koua les grès s'étendent largement vers Tou-tza. Au nord vers Lou-léang, ils ensevelissent à peu près complètement les dépôts dévoniens et se soudent ainsi aux affleurements de la bande qui passe entre Pa-mao-tseu et Ta-hi-ti.

Formation gréseuse du Permien supérieur aux environs de Ta-hi-ti. — La bande permienne que nous avons étudiée à l'O. de Mi-leu et dans la région de Ta-me-ti se poursuit entre Pa-mao-tseu et Ta-hi-ti et de là vers Lou-léang (V. Carte géologique).

J'ai déjà eu l'occasion d'indiquer comment les calcaires carbonifériens et permiens apparaissent en forme de rochers escarpés élevés dans la plaine de Ta-hi-ti, par suite du déblayage par l'érosion actuelle

des grès qui les enrobaient, de sorte que la vue de cette région offre un aspect très semblable à celui si connu de la baie d'A-long (fig. 4 texte). La descente de Pa-mao-tseu dans la plaine est très instructive : les grès rouges recouvrent partout partiellement les calcaires qui pointent par endroits comme le montre la coupe (fig. 54 atlas) ; leur épaisseur est très variable : par places, il en reste des placages épais de $0^m 50$ au plus, tandis qu'à peu de distance, ils demeurent sous forme d'amas plus épais dans des dépressions antérieurement creusées dans les calcaires avant le dépôt des grès. Dans la plaine de Ta-hi-ti, à l'E. du village les grès forment un manteau continu duquel émergent brusquement comme d'énormes récifs les calcaires ouraliens et permiens qui portent souvent encore des placages minces de grès rouge ; la fig. 55 (atlas) montre la coupe d'un de ces rochers calcaires pourvu de ces témoins gréseux.

Ici, le facies général des grès est celui que nous avons rencontré du côté de Lou-khi et de Lan-nin-tsin. Ce sont des grès rouges sableux, rarement très cohérents, remplis de rognons de limonite. L'absence de fossiles est absolue dans ces formations éminemment détritiques et meubles.

Ces grès rouges au N. de Ta-hi-ti s'étendent largement dans la région de Lou-léang. Dans plusieurs endroits, ils contiennent des amas de gypse.

Le Permien dans la région de Lou-nan, Lo-a-tien, Tien-sen-kouang

La région de Lou-nan même a déjà été l'objet d'observations de la part de M. Leclère qui a recueilli à la fois des Brachiopodes et des Foraminifères déterminés par M. Douvillé comme appartenant au Permien moyen. MM. Lantenois et Mansuy ont recueilli également des Brachiopodes et des Foraminifères dans la même région et les ont attribués à deux niveaux distincts. M. Lantenois observa la superposition discordante des poudingues et des grès rouges aux calcaires permiens. M. Counillon qui passa par Tien-sen-kouang a établi dans ses coupes, d'ailleurs rudimentaires (Annales des Mines 10e série. T. XI, p. 429 et suiv., *in* Mission Lantenois) une confusion complète entre les grès rouges permiens et le Dinantien de Tien-sen-kouang et de Ko-yi-ho, de même qu'entre les calcaires moscoviens de l'horizon de Lo-a-tien, les calcaires ouraliens et toute la série permienne ; il en résulte que ses coupes (pl. XIII) sont à peu près inutilisables.

La bande permienne que nous rencontrons ici est le prolongement N. N. E. de celle que nous avons étudiée dans la région de Lou-khi à Lan-nin-tsin. Autour de Lou-nan les couches sont à peu près horizontales et seule l'érosion plus ou moins prononcée permet d'étudier les horizons inférieurs. Les grès rouges sur lesquels s'élève la sous-préfecture de Lou-nan, offrent les mêmes caractères que dans la région de Ta-hi-ti. Ce sont les mêmes grès rouges ou jaunâtres, peu durs, souvent très sableux, avec lentilles marneuses intercalées, riches en rognons de limonite disséminés à la surface du sol. Là où les cours d'eau ont suffisamment entamé leur couverture, on voit affleurer les horizons calcaires permiens et carbonifériens. Le terme le plus inférieur de la série est le Dinantien qui apparaît à Ko-yi-ho dans une petite boutonnière, puis le calcaire moscovien de Lo-a-tien déjà décrit (p. 121) ; au-dessus, on observe la série des calcaires ouraliens et permiens à peu près horizontaux. Dans les environs de Lou-nan, à Lou-mé-i notamment, on recueille dans les calcaires artinskiens (Leclère et Lantenois) :

Spirigerella grandis Waag.	*Unciaella indica* Waag.
Athyris cf. *media* Waag.	*Stenopora* cf. *crassa* Lonsdale
Hemiptychina sparsiplicata Waag.	*Chaetetes* sp.

Au-dessus viennent les calcaires blancs à *Doliolina lepida* Schw.

Dans la région de Tien-sen-kouang, les mêmes formations sont très bien reposées et leurs relations très claires. Je renverrai à la figure 33 (atlas) qui offre une coupe représentant le Dinantien, l'Ouralien et le Permien.

A Tien-sen-kouang même les calcaires artinskiens r_1 reposent directement et en concordance sur les calcaires ouraliens à Néoschwagérines, tandis que les grès rouges à l'est du village se montrent très nettement discordants sur les calcaires artinskiens dont ils moulent les rugosités ; à 1400 m. du village, ils

butent contre les calcaires dévoniens moyens (horizon à *Stringocephalus Burtini d4b*) par faille (fig. 33 atlas). La coupe est la suivante :

Dévonien moyen *d4b* Calcaire à *Stringocéphales.*
Faille.....
Permien supérieur. Grès rougeâtres ou gris avec intercalations de marnes vertes, plissés.
Discordance .....
Permien inférieur. Calcaires gris-blancs du village de Tien-sen-kouang.
Ouralien à Néoschwagérines.

Les calcaires du Permien moyen à *Doliolina lepida* Schw. font défaut, enlevés par l'érosion antérieure au dépôt du grès rouge $r_{,,,}$.

Les calcaires du village sont très fossilifères. M. Counillon y avait déjà recueilli plusieurs espèces artinskiennes. M. Mansuy qui s'est appliqué à établir leur faune d'une façon complète y a récolté aussi une belle série de fossiles. L'ensemble des récoltes donne :

Spirigerella grandis Waag.
Athyris augulata Mansuy
Hemiptychina sparsiplicata Waag.
Spirifer Blasii Vern.
Martiniopsis inflata Waag.
Camarophoria globulina Phill.
Naticopsis piriformis Mansuy
Dielasma sp.
Ambocaelia sp. (?)
Geinitzella crassa Lonsdale

Près d'Ho-mo-tchan à l'ouest de Tien-sen-kouang le Permien se complète par l'adjonction des calcaires à *Doliolina lepida* Schw. qui forment les remarquables aiguilles semblables à un groupe de menhirs qui couronnent la colline derrière la pagode à l'O. du village. J'y ai recueilli :

Doliolina lepida Schwag.
Doliolina lepida Schw. var. *ellipsoidalis* Schwag.
Schwagerina Verbeeki Gein.
Fusulina Richthofeni Schwag.
Fusulina Lantenoisi n. sp.
Fusulina Mansuyi n. sp.
Fusulinella sp.
Lingulina sp.

Au N. d'Ho-mo-tchan les calcaires r_1 à brachiopodes et ceux à *Doliolina lepida* se poursuivent dans les canyons du Pou-tchang-ho et de ses affluents où ils jouent un rôle important dans la formation des à-pics et des extraordinaires masses ruiniformes qui caractérisent cette région, concurremment avec les calcaires ouraliens.

Ainsi dans toute la région qui s'étend à l'est du Tié-tchen-ho les dépôts permiens sont caractérisés par une irrégularité constante dans l'épaisseur des sédiments et souvent par l'absence locale d'un ou plusieurs horizons, absence produite non par lacune de sédimentation comme on pourrait le croire de prime abord, mais par la pénéplanation qui accompagna l'émersion antérieure au dépôt de l'étage des grès. Comme les différentes données à cet égard sont dispersées dans la description précédente, dans une série de coupes locales, je crois utile de les résumer dans une figure schématique plus claire dans cette circonstance que ne pourrait l'être un tableau (diagrammes *figure 10 texte*).

A part cette inconstance dans la continuité des dépôts de chaque horizon, due à l'ablation antérieure au dépôt des grès, les formations permiennes offrent dans tout le Yun-nan oriental une très grande similitude de faciès et une fixité remarquable dans les caractères de la faune, ce qui nous dispensera d'établir un tableau de comparaison des séries dans les diverses parties de cette région.

Le Permien au Nord du parallèle de Yun-nan-fou

Au nord du parallèle de Yun-nan-fou, le Permien continue à jouer un rôle important ; ses puissantes masses calcaires contribuent largement à la composition des hautes chaînes du Kouo-ma-chann, du Yo-liang-chann, du Fong-wou-chann, etc., en général de toute la région de hauts sommets d'altitude

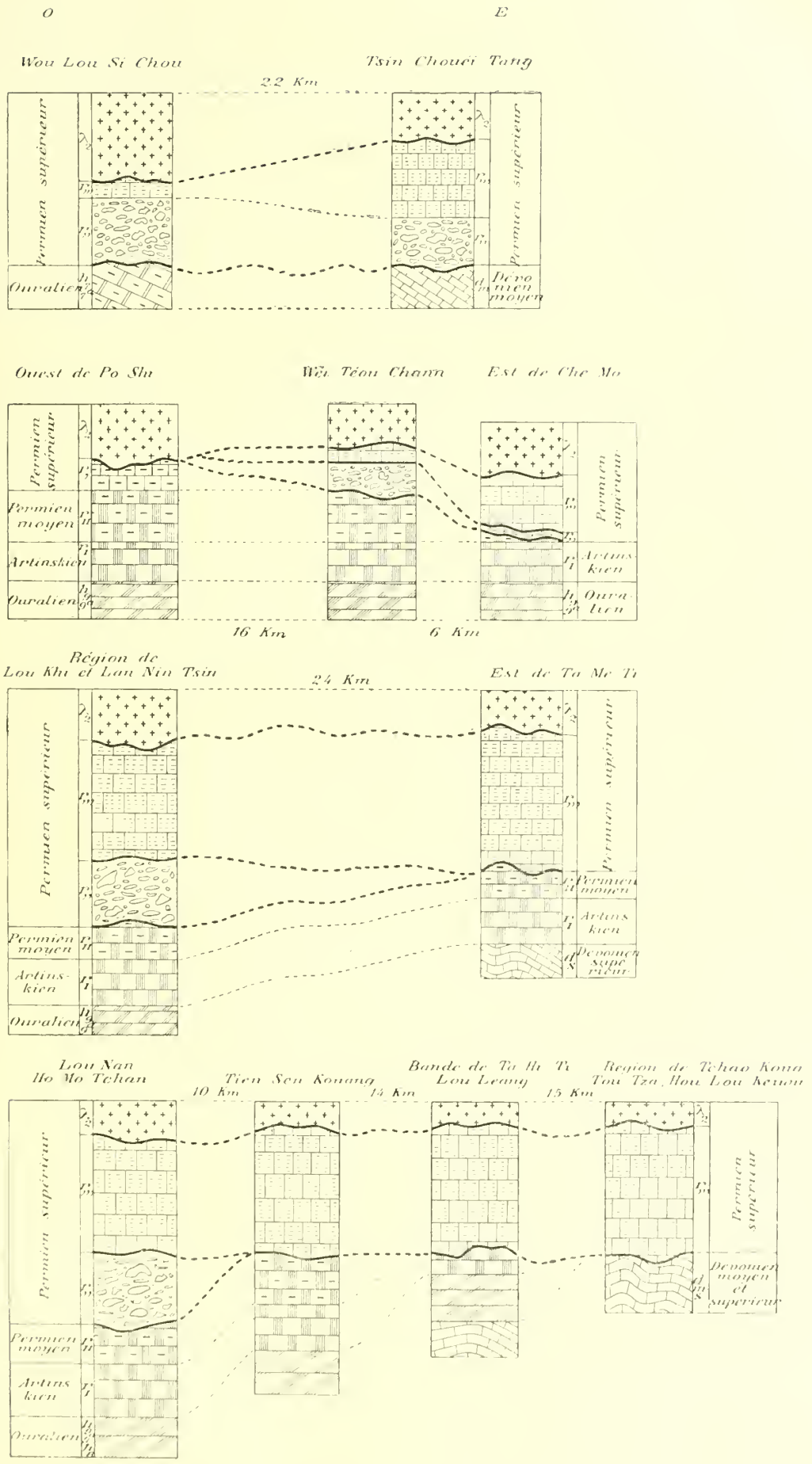


Fig. 10. — Coupes schématiques parallèles du Permien dans le Yun-nan oriental.

moyenne de 3000 à 3500 m., qui forment les bassins du Liou-chou-'ho, du Tchang-hi-'ho, du Pou-tché-'ho ; mais ici, il n'est plus possible de rechercher des séries bien complètes, car la tectonique est beaucoup trop compliquée pour cela. Le Permien fait partie des grands plis parallèles déversés vers le S. E, souvent disloqués par des plans de charriage et qui courrent au N. du parallèle de Yun-nan-fou sur de grandes longueurs en prenant en écharpe cette région du Yun-nan oriental.

Synclinal du Yo-liang-chann et du Fong-wou-chann. — Un long pli synclinal déversé vers le S. E. commence à la zone de fracture de Iang-lin et se dirige avec une direction S. O.-N. E. vers Siun-tien-tchéou, en formant la masse montagneuse du Yo-liang-chann (fig. 108 atlas). Interrompu par l'importante fracture presque N. S. qui donne naissance à la plaine longitudinale de Siun-tien-tchéou, il reprend au-delà de cette faille en formant le haut massif du Fong-wou-chann et de là se continue dans le bassin du Niéou-lang-ho.

Massif du Yo-liang-chann. — Sur le revers nord-ouest du Yo-liang-chann le Permien forme l'axe du synclinal, mais il est développé de façon incomplète. Vers le S. O. le basalte très épais occupe exactement la partie médiane du synclinal, mais l'érosion antérieure au dépôt des grès $r_{,,,}$ a supprimé tous les dépôts jusqu'à l'Ouralien ; tandis que dans la partie nord-orientale du synclinal les calcaires artinskiens calcaires r_{II} apparaissent de part et d'autre sous le basalte discordant sur eux. Nous retrouvons ici les r_I et les mêmes circonstances qu'au S. du parallèle de Yun-nan-fou. On observe :

	Partie S. O. du Yo-liang-chann.	Partie N. E. du Yo-liang-chann.
Permien supérieur :	Basalte	Basalte.
	Discordance.....	Discordance.
Permien moyen :	.....	r_{II} Calcaire à *Doliolina lepida*.
Permien inférieur :	.....	r_I Calcaires massifs.

L'ensemble est renversé vers le S. E. Les gisements fossilifères ne sont pas très nombreux parce que les calcaires ont fréquemment souffert des efforts tectoniques et sont rendus bréchoïdes. Sur le chemin de Siun-tien-tchéou à Kouo-ma au S. O. de Siun-tien-tchéou, j'ai trouvé dans les calcaires r_{II} du Permien moyen, un peu après la roche éruptive :

Doliolina lepida Schw. — *Fusulina Lantenoisi* n. sp.
Schwagerina Verbeeki Gein. — *Bigenerina* sp.
Fusulina Richthofeni Schwag.

Le facies lithologique des calcaires à *Doliolina lepida* est complètement différent de celui qu'on observe au S. du parallèle de Yun-nan-fou où il est d'un blanc très pur, tandis qu'ici ils sont d'un gris foncé ou bleu-noir ; ceci montre combien on doit être en garde sur les ressemblances ou au contraire les dissemblances des calcaires entre eux et comme il faut attacher peu d'importance à l'aspect dans la classification.

Les calcaires r_I artinskiens forment une masse épaisse à tendances dolomitiques, pauvre en fossiles ; dans le chaînon qui sépare la plaine de Siun-tien-tchéou de celle de Sin-kai-tseu j'ai recueilli :

Spirigerella grandis Waag. — *Geinitzella crassa* Lonsdale

Massif du Fong-wou-chann. — Le synclinal se poursuit au-delà de la fracture de Siun-tien-tchéou, dans le haut massif du Fong-wou-chann qui, depuis les hauteurs qui s'élèvent à l'O. de Siun-tien, montre avec une admirable netteté l'allure des couches calcaires qui dessinent le long des flancs escarpés du massif le vaste recourbement de leurs assises ployées en un vaste synclinal déjeté vers le S. E. et dont l'axe est occupé par le basalte. La coupe que j'ai représentée fig. 109 (atlas) a pu être dessinée d'après nature à plusieurs kilomètres de distance, tellement le parcours des bancs calcaires est bien visible. Dans le Fong-wou-chann, l'érosion du Permien supérieur a moins profondément attaqué encore les dépôts que dans le Yo-liang-chann et la série des horizons calcaires est presque complète ; dans les crêtes à 3000 m d'altitude, j'ai trouvé dans le flanc renversé du synclinal les calcaires à *Sumatrines* conservés localement entre le calcaire à *Doliolina lepida* et le basalte. La série est donc la suivante dans le Fong-wou-chann :

Permien supérieur.	Labradorite	200 m.
	Discordance.	
	r,a Calcaire à *Neoschwagerina (Sumatrina) multiseptata* n. sp.	20 m.
	r, Calcaire à *Neoschwagerina (Sumatrina) Annae* Volz	10 m.
Permien moyen....	r_{II} Calcaire gris noir à *Doliolina lepida* Schwag.	100 m.
Artinskien.....	r_I Calcaire gris clair à Brachiopodes	150 m.

Les calcaires r_I ne renferment nulle part de beaux gisements ; on trouve deci-delà quelques amas de fossiles difficiles à dégager, mais dans lesquels j'ai pu identifier dans l'ensemble :

Spirifer Blasii Vern.
Hemiptychina sparsiplicata Waag.
Spirigerella grandis Waag.
Camarophoria globulina Phill.
Geinitzella crassa Lonsdale
Ambocaelia sp.
Peronella sp.

Les calcaires à *Doliolina lepida* r_{II} offrent beaucoup moins de richesse dans le nombre des individus que dans les régions méridionales ; de plus ils sont souvent un peu écrasés ; l'influence des grands charriages et les refoulements intenses que l'on observe au N. se font déjà sentir. Dans les calcaires prélevés en différents points dans les grands crêtes du Fong-wou-chann et dans la barre qui longe le Niéou-lang-'ho sur sa rive N. O. j'ai recueilli des échantillons calcaires qui, en lame mince, m'ont donné :

Doliolina lepida Schw.
Schwagerina Verbeeki Gein.
Fusulina Richthofeni Schwag.
Fusulina Mansuyi n. sp.
Fusulinella sp.

Dans les calcaires *r*, et *r,a* à Sumatrines, gris beiges, localement conservés dans le flanc renversé du synclinal, j'ai observé deux horizons caractérisés, l'un par *N. (Sumatrina) Annae* Volz, l'autre par *N. (Sumatrina) multiseptata* n. sp. Les calcaires *r*, m'ont fourni :

Neoschwagerina globosa Yabe
Neoschwagerina (Sumatrina) Annae Volz
Neoschwagerina (Sumatrina) Annae Volz var. *stricta* n. var.
Doliolina pseudolepida n. sp.
Schwagerina Douvillei n. sp.
Fusulina Margheritii n. sp.
Fusulina exilis Schwag.

Les calcaires *r,a* contiennent uniquement :

Neoschwagerina (Sumatrina) multiseptata n. sp.

Plis couchés et écaillés de la région du A-wang-chann. — Le Permien calcaire et les basaltes andésitiques sont représentés dans les écailles de la région du Tchang-hi-ho ; je décrirai en détail au point de vue tectonique cette région profondément disloquée et dans laquelle les formations sont souvent écrasées. J'indiquerai simplement ici que les calcaires artinskiens et les calcaires à *Doliolines* y forment des affleurements très épais.

Zone des andésites et basaltes andésitiques. — Comme le montre la Carte géologique un énorme affleurement de laves basiques traverse en écharpe la région de Tong-tchouan. Ces roches occupent l'axe d'un synclinal qui se décompose lui-même dans son ensemble en synclinaux et anticlinaux secondaires. L'analyse tectonique mettra cela en lumière. Dans la région de Wou-long, Pou-tché-'ho, ce synclinal est complètement renversé vers le S. E. et largement chevauché par les calcaires ouraliens ou permiens sur lesquels s'étale la masse charriée du Kiao-ting-chann. La figure 170 (atlas) montre comment par conséquent cette aire synclinale est écrasée par la nappe. L'accumulation des andésites et des basaltes andésitiques est colossale dans cette région ; elles sont accompagnées de cinérites et de tufs ou au contraire de formes à texture diabasique. Je les décrirai avec leur composition chimique dans un chapitre spécial. Ce déluge basique est en contact direct (en dehors des anomalies d'ordre tectonique), soit avec les calcaires permiens r_I ou r_{II} sur lesquels il s'est épanché, soit avec les calcaires ouraliens lorsque l'érosion antérieure à

l'épanchement des laves a enlevé le Permien ; ainsi au col de Tsouen-tien-po (1830^{m}) qui permet de passer de la vallée du Wou-long-'ho dans celle du Pou-tché-ho, les calcaires ouraliens à *Fusulina brevicula* reposent directement (la série étant renversée) sur les laves qui les avaient directement recouvertes après ablation du Permien calcaire et de la plus grande partie de l'Ouralien. Là où l'on rencontre les calcaires permiens r_I et r_{II} entre les roches éruptives et les calcaires ouraliens, ils sont fréquemment laminés d'une façon puissante. Le Permien calcaire paraît se poursuivre vers le N. N. E. au-delà de Tong-tchouan.

Bande permienne d'entre Tou-mou-nyi et Lao-chou-To. — Entre ces deux localités passe une bande de terrains permiens plissés en synclinal, surmontant la série carbonifèrienne déjà étudiée (p. 102) et poussée par un contact anormal sur une lame de Dinantien et de Cambrien qu'elle écrase (fig. 113 atlas). Les basaltes andésitiques offrent au col de He-ia-keuou [1] (3.200^{m}) une épaisseur d'au moins 500^{m} ; les calcaires sous jacents qui forment d'énormes abrupts au-dessus de la vallée du Pou-tou-'ho, sur le canyon de Tou-mou-nyi et vers Lao-chou-to, renferment par endroits des *Doliolines* indiquant l'horizon r_{II} ; ailleurs, on recueille des formes artinskiennes : sur la gauche du torrent de Cheu-kan-tzeu, dans les pyramides calcaires à-pic sur la gorge et au-dessus de Ta-sin-mao, j'ai trouvé :

Spirigerella grandis Waag. — *Athyris* cf. *angulata* Mansuy
Camarophoria globulina Phillip. — *Geinitzella crassa* Lonsdale

avec d'autres brachiopodes en mauvais état parmi lesquels peut-être *Reticularia* cf. *Waageni* Loczy.

Cette bande permienne traverse la profonde gorge du Pou-tou-'ho en se dirigeant vers l'O. S. O. Je ne l'ai pas suivie au-delà. A l'E. N. E. de Tou-mou-nyi, elle disparaît comme le montre la Carte géologique sous la nappe des terrains charriés du Kiao-ting-chann.

Le permien dans les calcaires de la nappe charriée du fleuve bleu. — Le Permien calcaire est représenté dans les calcaires bréchoïdes de la nappe du Kiao-ting-chann ; malheureusement, l'état d'écrasement dans lesquels ces calcaires se trouvent en général ne permet pas de les distinguer des calcaires ouraliens sur la carte. J'ai trouvé, rarement, des calcaires, où j'ai pu reconnaître *Doliolina lepida* Schelw. et *Fusulina Richthofeni* Schwag. J'ai groupé ces formations sous une rubrique compréhensive avec les calcaires ouraliens de la nappe. Je considère du reste comme impossible de jamais distinguer avec précision sur une carte, à quelque échelle que ce soit, les différents horizons dans cette série généralement puissamment écrasée par les actions mécaniques.

Ainsi les calcaires artinskiens r_I et les calcaires r_{II} à *Doliolina lepida* paraissent bien développés aussi bien au nord qu'au sud du parallèle de Yun-nan-fou ; les éruptions basiques non seulement s'y sont produites également, mais leur intensité fut plus considérable encore qu'au sud. Par contre l'étage des grès paraît s'atténuer et disparaître d'une façon générale, mais cette lacune est très probablement due à l'érosion.

AFFINITÉS DU PERMIEN YUNNANAIS.

Artinskien : Nous avons rangé dans le Permien inférieur noté r_I dans les coupes l'horizon riche en Brachiopodes rencontré dans de nombreuses parties du Yun-nan. J'ai déjà fait ressortir le fait que les Fusulinidés manquent totalement dans cet horizon et que c'est incontestablement par suite du mélange d'échantillons provenant d'horizons successifs, mais nettement différents, que M. Leclère y cite par exemple *Schwagerina craticulifera* dans les calcaires de Tien-sen-kouang où cette espèce se rencontre, mais dans un horizon inférieur parfaitement défini, totalement dépourvu de Brachiopodes et que nous avons attribué à l'Ouralien.

---

[1] Sur le chemin de Lao-chou-To à Tou-mou-nyi.

L'ensemble des gisements étudiés a donné pour le tableau de la faune de cet horizon calcaire les espèces suivantes :

Spirigerella grandis Waag.
Athyris cf. *media* Waag.
Athyris cf. *angulata* Mansuy
Athyris Royssii Lév.
Chonetes sp.
Martiniopsis inflata Waag.
Martinia aff. *planoconvexa* Schum.
Spirifer Blasii Vern.
Spiriferina cristata Schl.
Productus gratiosus Waag.
Productus cf. *semireticulatus* Mart.
Productus striatus Fisch.
Reticularia cf. *Waageni* Loczy
Hemiptychina sparsiplicata Waag.
Camarophoria globulina Phill.
Uncinulus cf. *timorensis* Beyr.
Uncinulus sp.
Dielasma sp.
Naticopsis piriformis Mansuy
Lonsdaleia sp.
Stenopora (Geinitzella) crassa Lonsdale
Pleurotomaria sp.
Ambocaelia sp.
Chaetetes sp.
Cyathophyllum sp.

Les affinités de cette faune sont assez complexes ; *Spirifer Blasii* Vern. est une forme russe ; la majorité des autres espèces appartient au calcaire à Productus moyen de l'Inde. *Hemiptychina sparsiplicata* Waag., *Camarophoria globulina* sont dans ce cas ; la série des *Athyris* et de *Spirigerella grandis* Waag. appartient également à la partie supérieure du calcaire à Productus moyen ainsi que *Productus gratiosus* Waag. du calcaire de Kalabagh. *Lonsdaleia* sp. qui rappelle *L. indica* Waag. et Wentz. et *Geinitzella crassa* Lonsd. sont des formes indoues. M. Mansuy a déjà fait ressortir avec ces analogies que le *Chonetes* sp., bilobé, à sillon médian accentué, rappelle les *Chonetes* très bilobés qui vont de l'Ouralien au Pendjabien et dont *C. Vishnu* Salt. du Permien himalayen est le type.

D'autres espèces n'ont encore été indiquées que dans des gisements moins connus, comme par exemple *Reticularia Waageni* Loczy de Yarkalo. *Spirifer (Martinia)* cf. *planoconvexus* Schum. appelle un rapprochement avec le Nord-Amérique. A côté de ces formes bien caractéristiques, il y a quelques espèces cosnopolites et de grande extension verticale, peu caractéristiques, comme *Spiriferina cristata* Schl. Mais les principales affinités sont avec les calcaires à Productus moyens supérieurs de l'Inde et l'ensemble de la faune offre une cohésion très remarquable.

Suivant en cela M. Tchernyschew, nous envisageons cette faune et par conséquent le Calcaire à Productus moyen dans sa partie supérieure comme artinskien, la partie inférieure étant ouralienne.

Permien moyen : Suivant les vues de M. le professeur H. Douvillé, (1) je crois que l'on peut attribuer au Permien moyen l'horizon à *Doliolina lepida* Schwag. bien développé au Yun-nan et dans lequel j'ai recueilli une belle faune de Foraminifères dont plusieurs espèces nouvelles de Fusulinidés que je décris ailleurs (2) :

Doliolina lepida Schwag.
Doliolina lepida Schwag. var. *ellipsoidalis* Schwag.
Schwagerina Verbeeki Gein.
Fusulina Richthofeni Schwag.
Fusulina Mansuyi n. sp.
Fusulina Lantenoisi n. sp.
Fusulinella sp.
Lingulina nankingensis Lorenth.
Lingulina Szechenyi Lorenth.
Textularia cf. *maxima* Schellw.
Textularia sp.
Bigenerina sp.
Spirillina plana v. Moll. var. *patella* Lorenth.

Cette faune n'offre guère que des affinités strictement asiatiques et même extrême-orientales et paraît cantonnée dans la mer chinoise, entre le massif tibétain, le Gondwana et la Chine septentrionale Cependant Schellwien a signalé de Hadi Neli Oglou en Asie Mineure une Dolioline aff. *D. lepida* ; mais en définitive

(1) *Les Calcaires à Fusulines de l'Indochine.* Bull. Soc. Géol. Fr. 4e série. t. VI. 1906.
(2) *Etude des Fusulinidés de Chine et d'Indochine et classification des calcaires à Fusulines.* 3e partie du présent volume.

l'épanouissement des Doliolines paraît s'être fait surtout en Extrême-Orient et ces formes ne paraissent être représentées ni en Europe, ni en Amérique. *Schwagerina Verbeeki* Gein. est aussi une forme tout à fait spéciale à la Chine, aux îles de la Sonde et au Japon. Nous avons vu cette espèce dans l'horizon ouralien h_{9a} à *Neoschwagerina multicircumvoluta* n. sp, mais représentée seulement par de très rares individus. Ici, au contraire, elle est extrêmement abondante et concurremment avec *Doliolina lepida* Schwag. elle remplit quelquefois les bancs calcaires. *Fusulina Richthofeni* Schwag. est une forme connue jusqu'ici uniquement en Chine. Quant à *Fusulina Mansuyi* et *Fus. Lantenoisi*, ce sont deux espèces nouvelles. Le Permien moyen yunnanais paraît donc appartenir au point de vue de la faune à une province zoologique extrême orientale particulièrement localisée.

Permien supérieur : Les calcaires à Néoschwagérines très évoluées du groupe des *Sumatrines* sont dans le même cas que les calcaires r_{II} du Permien moyen. L'horizon *r*, contient :

Neoschwagerina globosa Yabe
Neoschwagerina (Sumatrina) Annae Volz
Neoschwagerina (Sumatrina) Annae Volz var. *stricta* n. var.
Doliolina pseudolepida n. sp.
Schwagerina Douvillei n. sp.
Fusulina exilis Schwag.
Fusulina Margheritii n. s.

Cette faune aussi bien que la précédente offre un cachet absolument propre aux calcaires permiens de la Chine méridionale, du Japon, des îles de la Sonde ; je l'ai retrouvée complète dans les calcaires de Pong-Oua (Laos) ; on la trouve également aux environs de Louang-Prabang. *Neoschwagerina globosa* est connue au Japon d'après les travaux de Yabe ; elle se trouve également dans les calcaires de Pong-Oua où M. Douvillé l'a signalée, avec *N. (Sumatrina) Annae* Volz. *Fusulina exilis* Schw. est connue seulement au Japon, au Laos et actuellement au Yun-nan où j'indique sa présence. *Fusulina Margheritii* est une espèce nouvelle que j'ai retrouvée dans les calcaires de Pong-Oua. *Schwagerina Donvillei* est une superbe espèce qui se groupe avec *Schwagerina Verbeeki* mais s'en distingue cependant par des caractères absolument tranchés, et qui, certainement, a été souvent confondue déjà avec elle. Ainsi que *Doliolina pseudolepida* n. sp. et *N. (Sumatrina) Annae* Volz var. *stricta* n. var., ces formes se trouvent à la fois dans le Permien supérieur yunnanais et dans celui du Laos où je les ai retrouvées dans le calcaire de Pong-Oua. Il y avait donc à cette époque une province zoologique très bien délimitée embrassant une mer s'étendant sur la Chine méridionale, le Japon, l'Indo-Chine et la Sonde, tandis que vers l'O. on n'a jamais signalé jusqu'à présent aucune des espèces qu'on y rencontre, non plus que dans le Nord-Amérique.

Les calcaires *r,a* renferment simplement *Neoschwagerina (Sumatrina) multiseptata* n. sp.; ils se relient étroitement aux calcaires à *N. (Sumatrina) Annae* Volz. J'ai observé cette belle espèce au Yun-nan au Fong-wou-chann, et je l'ai retrouvée identique dans les calcaires de Si-so-phon au Cambodge. La même remarque que pour l'horizon *r*, peut être faite ; la liaison entre la mer chinoise méridionale et les eaux de la région de la Sonde et de la partie méridionale de l'Indo-Chine persistait alors.

Avec la fin du Permien supérieur, nous devons renoncer à chercher aucune analogie de faune avec d'autres régions, puisque l'horizon des grès où qu'on l'observe est totalement dépourvu de fossiles.

Comparaison des dépôts permiens du Yun-nan et des régions asiatiques environnantes [1]

Yun-nan occidental : M. le professeur H. Douvillé a déterminé dans les calcaires de Yun-nan-y, sur la route de Yun-nan-fou à Ta-li-fou, et à proximité de cette dernière ville, les fossiles suivants recueillis par M. Leclère :

Littorina (Ennema) sp.
Straparollus sp.
Articles d'*encrines*.
Pachypora cf. *jabiensis* Waag.
Stenopora (Geinitzella) cf. *crassa* Lonsdale *
Stenopora sp.
Peronella sp.
Eudea sp.

[1] Dans les listes de fossiles données en comparaison, je marque d'un astérisque les espèces appartenant également aux gisements yunnanais.

M. Douvillé rapproche cet horizon de celui de Jabi, des formes très analogues ayant été figurées par Waagen dans son calcaire à Productus supérieur (1).

Sseu-tchoan tibétain : De Tse-de et de Chen-teu dans la région de Ba-tang, M. Von Loczy nous a fait connaître une faune intéressante :

Productus aff. *gratiosus* Waag.*
Productus aff. *semireticulatus* Mart.*
Spirigerella grandis Waag.*
Marginifera ovalis Waag.
Lonsdaleia indica Waag. et Wentz.*
Fusulina sp.
Endothyra sp.
Dactylopora sp.
Gyroporella sp.

Les analogies sont très grandes avec l'Artinskien du Yun-nan oriental. Il n'y a pas moins de quatre espèces communes, toutes du calcaire à Productus de la Salt Range et appartenant également à la faune de Chitichun.

De Yarkalo dans la vallée du Lan-tsan-kiang (Tibet oriental, frontière du Sseu-tchoan) Von Loczy a décrit une belle faune recueillie par le P. Desgodins et qui se relie à la faune artinskienne que nous avons décrite.

Les espèces déterminées de Yarkalo sont :

Productus scabriculus Mart.
Productus tumidus Waag.
Productus (Marginifera) Desgodinsi Loczy
Productus semireticulatus Mart.*
Spirifer (Martinia) planoconvexus Schum.*
Reticularia Waageni Loczy *
Uncinulus timorensis Beyr.*
Camarophoria Purdoni Dav.
Polypora fastuosa de Kon.
Septopora biserialis Swall.
Acanthocladia cf. *anceps* Schloth.

La faune de Yarkalo offre par *Martinia planoconvexa* Schum. et *Septopora biserialis* Swall. des affinités avec le Permo-Carbonifère du Nebraska et de l'Illinois, tandis que *Polypora fastuosa* de Kon. rappelle le Carboniférien inférieur de Belgique.

La plupart des autres espèces se rattachent au Calcaire à Productus moyen de la Salt Range et quelques-uns à la faune de Chitichun. *Camarophoria Purdoni* Waag. se poursuit jusque dans l'Ouralien et l'Artinskien de Russie et de l'Oural. Comme les couches de Tze-de, celles-ci offrent une parenté évidente avec la faune artinskienne du Yun-nan oriental.

Kwéi-tchéou : Du Kwéi-tchéou qui fait frontière à l'E. avec le Yun-nan nous avons quelques renseignements. De Ngan-tchouang-po M. Leclère a rapporté des fossiles que M. Douvillé a déterminé ainsi :

Spiriferina cristata Schl.*
Productus intermedius Waag.
Chonetella sp.
Fenestella sp.
Favosites sp.

M. Douvillé ajoute : « ..... Les *Productus* appartiennent au groupe de *P. intermedius* du Permien de Djoulfa..... Une troisième forme est voisine des *Choneles*, et le moulage interne d'une valve dorsale présente les caractères du genre *Chonetella* Waagen ».

Notre savant confrère Yabe, dans son intéressante *Contribution au genre Fusulina* (2), a signalé au Kwéi-tchéou (Ho-chang, entre Ho-toung et Tsou-choung) :

Fusulina sp.
Fusulinella sp.
Doliolina lepida Schw.*
Bigenerina sp.
Tetrataxis sp.

indiquant le même horizon que nos calcaires r_{II}.

---

(1) C. R. Ac. Sc. CXXX. p. 594.
(2) Journal of the College of science, Imp. University. Tokyo ; vol XXI, art. 5 p. 15

Kiang-si. Ngan hoéi : Du Kiang-si, localité de Ping-ching-hien, au N. O. de Long-cha-chong, Yabe (1) nous a fait connaître :

Schwagerina Verbeeki Gein.*

accompagné d'une forme de Néoschwagérine parente de *N. craticulifera* Schw.

Du Ngan-hoéi nous connaissons un facies artinskien à ammonoïdés, très différent des précédents appartenant aux genres *Gastrioceras* et *Paracelites* dans un schiste noir bitumineux près de Nan-king (2).

La faune de Fusulinidés reparaît dans les calcaires gris foncés bitumineux de Long-tang, Kao-tzeu, Tching-kiang ou V. Loczy cite (3) :

Fusulina cylindrica Fisch.
Fusulina Richthofeni Schwag.*
Fusulina sp.
Schwagerina Verbeeki Gein.*
? Neoschwagerina craticulifera Schwag.*
Archaediscus Karreri Brady
Lingulina Nankingensis Lorenth.*
Lingulina Szechenyi Lorenth.
Climacammina elegans v. Moll.
Climacammina cf. *communis* v. Moll.*

Dans cette liste Schwag. cite *N. craticulifera*, avec doute et ce me semble, avec raison ; *Fusulina cylindrica* également doit être une forme douteuse et se rapporter sans doute à une autre espèce.

De Tchong-kiang-fou Schwager a déterminé : (4)

Fusulina Richthofeni Schw.*
Endothyra cf. *crassa* Brady *
Climacammina cribrigera Schwag.*

Ainsi notre horizon r_{II} du Yun-nan paraît se relier sans interruptions à une série de dépôts s'étendant sur toute la Chine méridionale.

Japon : Yabe (5) nous a fait connaître la faune des calcaires d'Akasaka (province de Mi-no). C'est de là du reste que Richthofen rapporta des fossiles dans lesquels Schwager détermina *Fusulina japonica*, *F. exilis*, *Schwagerina Verbeeki*, etc. Il y considère :

Division supérieure. { Calcaires à *Schwagerina Verbeeki* et *Neoschwagerina globosa*.

Division inférieure. {
Schwagerina Verbeeki (rare).
Doliolina lepida, *Neoschwagerina craticulifera*, *Fusulina japonica*.
Neoschwagerina globosa (cette dernière très douteuse.)

Il est évident qu'il y a là un mélange de formes provenant d'horizons différents et qu'une étude détaillée nous fera connaître les niveaux successifs et leur emplacement exact.

Chine septentrionale, Turkestan : V. Loczy a (6) signalé dans la région des *Nan-chan*, à l'E. du lac Kou-kou-nor des couches gréseuses avec charbon représentant sans doute le Permien inférieur et moyen et que recouvre un calcaire à *Allorisma perelegans* Waag. espèce du Calcaire supérieur à Productus de la Salt Range et qui représente probablement le Thuringien.

Dans les *monts Semenow* la série permienne paraît être complète (7). Les couches à faune artinskiennes supportent des calcaires à Doliolines qui se trouvent immédiatement sur un calcaire à *Xenodiscus*. Schellwien a signalé dans ces calcaires une *N. craticulifera*, mais que Yabe (8) considère comme beaucoup

(1) Id. p. 16.
(2) Frech, Neues Jahrb. f. Min. 1895. II, p. 54.
(3) V. Loczy, op. cit. p. 182.
(4) Schwager *in* Richthofen : China Bd. IV, p. 125, 148, 152.
(5) Journal of the Coll. of Science vol. XXI., art. 5, p. 13, 1906.
(6) *in* Szechenyi Bd. III, p. 189.
(7) Schellwien : *Trias, Perm u. Carbon in China.* Schriften d. Physi-kalokonom. Gesell. zu Koenigsberg. 1902. *Paleozoïsche u. Triadische Fossilien aus China. Futterer's Durch Asien* 1903.
(8) *Op. cit.* p. 13.

plus étroitement alliée à *N. globosa* qu'à la forme typique de *N. craticulifera*. D'après mes observations au Yun-nan je le croirai volontiers, puisque nulle part je n'ai vu *N. craticulifera* sensu stricto monter hors de l'Ouralien.

Dans le Kouen-lun occidental les schistes du Gusass à *Productus tibeticus* Frech., *Streptorhynchus difficilis* Frech., *Orthis* cf. *indica* Waag., *Spirifer (Martinia) planoconvexus* Schum., *Athyris* aff. *concentrica* Roys., d'affinités artinskiennes sont discordants sur les couches moscoviennes.

Indochine : Nos connaissances sur le Permien en Indochine se sont un peu augmentées dans ces dernières années et en grande partie par les travaux paléontologiques de M. Mansuy sur les fossiles recueillis *au Tonkin* par le Capitaine Zeil. — M. Mansuy a signalé : *Productus semireticulatus* Mart. du calcaire de San-Xa, avec *Productus gratiosus*, (1) c'est l'indication que l'Artinskien correspondant à notre horizon r_1 du Yun-nan y existe ainsi. De plus, j'ai déterminé moi-même avec certitude les espèces suivantes dans le massif du Cai-kin, de Lang-nac et de Thanh-moi :

Schwagerina Verbeeki Gein.*
Doliolina lepida Schw.*

dans un calcaire directement superposé à un autre contenant en abondance des formes alliées à *N. craticulifera** et que je me propose d'étudier prochainement. De Dông-dang M. Mansuy a signalé également *Dol. lepida* Schw.

Aux environs de Louang-Prabang, M. Mansuy a reconnu la série suivante dans le Permien supérieur :

C. — Calcaires et grauwackes avec schiste charbonneux subordonnés, à :

Pecten sp.
Pecten Xiengmeuensis Mansuy
Aviculopecten Monodi Mansuy
Modiola Pallasii de Vern.
Liebea indica Waag.
Schizodus sp.
Bakevellia sp.
Pleurophorus tricarinatus Mansuy
Sanguinolites cf. *elegans* King.
Productus nystianus de Kon.

B. — Grauwackes à :

Prod. lineatus Waag. var. *mekongensis* Mansuy
Productus Paviei Mansuy
P. nystianus de Kon.
Lyttonia cf. *tenuis* Waag.
Pseudophillipsia acuminata Mansuy
Fenestella cf. *retiformis* Schl.
Fenestella cf. *perelegans.** Meek.
Archaeocidaris sp.

A. — Calcaire noir épais à :

Neoschwagerina cf. *globosa* Yabe*
Sumatrina Annae, Volz.*
Fusulina exilis Schwag.*
Schwagerina Douvillei n. sp.*
Chonaxis pongouaensis Mansuy
Lonsdaleia indica Waag. et Wentz.*
Lonsdaleia Counilloni Mansuy
Poteriocrinus sp.
Archaeocidaris Wartelli Mansuy
Fenestella sp.
*Polypora megastoma** de Kon.
Phyllopora cf. *Ehrenbergi* Geinitz
Lyttonia cf. *tenuis* Waag.
Orthothetes crenistria Phill.
Dielasma Grandi Mansuy
Dielasma triangularis Mansuy
Productus subcostatus Waag.*
Pleurotomaria cf. *pendjabica* Waag.

L'horizon A corresponda exactement à notre horizon *r*, du Yun-nan dont il contient les mêmes espèces de Fusulinidés. Les horizons B et C correspondent à la série des poudingues $r_{,,}$ et des grès rouges $r_{,,,}$ yunnanais. Au-dessus vient le Trias.

(1) Mansuy, *op. cit.* p. 59

Dans le gisement de *Pong-oua*, au Laos, dont M. le professeur Douvillé a déjà décrit certaines formes (1) j'ai retrouvé exactement la faune du calcaire *r*, du Yun-nan, mes préparations et les échantillons de Foraminifères isolés du calcaire m'ont donné :

Neoschwagerina globosa Yabe*
Neoschwagerina Annae Volz*
Neoschwagerina Annae Volz var. *stricta* n. v.*
Fusulina exilis Schw.*
Fusulina granum-avenae Roem.
Fusulina Margheritii n. sp.*
Schwagerina Douvillei n. sp.*
Doliolina pseudolepida n. sp*.

C'est, sauf *Fusulina granum avenae*, exactement la faune de l'horizon *r*, yunnanais. C'est la base du Permien supérieur.

Pour terminer ce qui a trait à l'Indochine j'indiquerai que j'ai trouvé dans les calcaires jaunes siliceux de Si-so-phon recueillis au Cambodge par le Commandant *Montguers* de magnifiques échantillons de mon espèce nouvelle *Neoschwagerina multiseptata* que j'ai déjà signalée au Yun-nan dans mon horizon *r*,*a*.

Ile de la Sonde : Le Permien inférieur paraît représenté par les calcaires à *Productus* de Timor, le Pendjabien par les calcaires de Java à *Schw. Verbeeki* Gein., ceux de Sumatra à *Doliolina lepida* Schw. et les calcaires à *Cyclolobus persulcatus* de Timor.

A Sumatra, Volz nous a fait connaître des couches à *Sumatrina Annae* Volz.

(1) *Les calcaires a Fusulines de l'Indochine, etc.* Bull. Soc. Geol. Fr. 4e série, t. VI

ÉTAGES	NOTATIONS	YUN-NAN ORIENTAL	HIMALAYA	GOND WANA	ASIE OCCIDENTALE	RUSSIE et OURAL
Passage au Trias inférieur.	λ_2	Basaltes andésitiques et Andésites.	Couches à *Otoceras Woodwardi* de Niti.			Marnes de Samara et d'Ourfa (*Tartarien* de Nikitin).
Thuringien.	$r_{...}$	Grès et marnes riolés.	Schistes de Niti, Spiti à *Cyclolobus Oldhami* et *Prod. Abichi* et calcaires de Chitichun.	Couches de Panchet.	Couches de Djoulfa à *Otoceras tropitum*. Schistes de Woabjilga à *Xenodiscus* (Karakorum). Couches à *Productus horridus* de Djoulfa.	
	$r_{..}$	Poudingues.				
	r,a	Calcaires à *Schwagerina multi*				Assises de Perm.
	$r_{.}$	Calcaires à *Schwag. globosa, Su Annae, Schwage Douvillei, Fusulina lis, F. Margheritii,*				
Pendjabien.	rII	Calcaires à *Dolioli lepida, Schwagerina Ver beeki, Fusulina Richth fent, F. Lantenoisi, Marsuyi*, etc.			Couches de Kouznetsk à charbon.	Etage de Kostroma.
Artinskien.	rI	Calcaires à *Spirifer Blasti, Martiniopsis inflata, Hemiptychina sparsiplicata, Camarophoria globulina, Productus gratiosus*, etc.	Schistes de Kuling à *Cyclolobus*, schistes de Kumaon et de Guhrwalà *Spirifer Rajah* et calcaire de Chitichun. Couches alternantes marines et terrestres du Cachemire. Calcaire de Spiti.	Assises de Talchir (Inde) et couches de Hérat (Afghanistan).	Marnes et grès charbonneux de Tourfan. Calcschistes noirs du Darvaz à Fusulines. Calcaire noir à Fusulines du Karakorum et de Bamian (Hindoukouch). Calcaire noir du Gussass à *Product. cancrinifornis* et *P. tibeticus*.	Grès d'Artinsk, du Timan, de la Nlle Zemble.

Essai de Synchronisation des assises permiennes du Yun-nan et des autres parties de L'Asie et de Russie

ETAGES	CHINE								INDO-CHINE												RUSSIE et OURAL
	YUN-NAN			SSEU-TCHOAN	TIBET ORIENTAL	KWEI-TCHEOU	KIANG-SI NGAN-HOEI	CHINE SEPTENTRIONALE	JAPON	LAOS	LOUANG-PRABANG	TONKIN	CAMBODGE	ILES DE LA SONDE	SALT-RANGE	HIMALAYA	GOND WANA	ASIE OCCIDENTALE	
	NOTATIONS	ORIENTAL	OCCIDENTAL					KAN-SOU / MONTS SEMENOW												
Passage au Trias inférieur.	$r_{...}$	Basaltes andésitiques et Andésites.	Basaltes et andésites.	?	?					?					Zone à *Euphemus indicus*.	Couches à *Otoceras Woodwardi* de Niti.				Marnes de Samara et d'Ourfa (*Tartarien* de Nikitin).
	$r_{...}$	Grès et marnes bariolés.	Grès et marnes bariolés.								Grès et argiles.									
	$r_{..}$	Poudingues.						Calcaire à *Nenodiscus*.			Calcaires et grauwackes à *Sanguinolites elegans, Aviculopecten hiemalis* (Mansuy) Grauwackes à *Lyttonia tennis, Prod laotensis*.		?		Calcaire supérieur à Productus					
Thuringien	r,a	Calcaires à *Neoschwagerina multiseptata*.				Schistes à *Productus intermedius* de Ngan-tchouang-po.	?	Calcaire à *Allorisma pericelegans* du Si-ning-Ho (Loczy)				?	Calcaire de Si-yo-phon à *N. multiseptata*.	?	Couches à *Cyclolobus Oldhami, Epicageceras Wynnei*		Couches de Panchet.			Assises de Perm
	$r,$	Calcaires à *Neoschwag. globosa, Sumat. Annae, Schwagerina Douvillei, Fusulina exilis, F. Margheritii*, etc.	?						Calcaires à *Neoschw. globosa* d'Akasaka.	Calcaire de Pong-oua à *Neoschw. globosa, Sumatrina Annae*, etc	Calcaire noir à *Neoschw. globosa, Sum. Annae*, etc.			Calcaire à *Sumal. Annae* de Sumatra.						
Pendjabien.	ri	Calcaires à *Dolioliina lepida, Schwagerina Verbeeki, Fusulina Richthofeni, F. Lantenoisi, F. Matsuyi*, etc.	Calcaires à *Stenopora* de Yun-nan-sy. Calcaires à *Spirifer Blasii*	?	?	Calcaire à *Dolioliina lepida* de Hotchang.	Calcaires de Tchong-kiang-fou, Long-tang, Kao-tse (Nan-king) *Schwag. Verbeeki, Fus Richthofeni* (Loczy). Calcaire à *S. Verbeeki* de Ping-Ching-hien (Kiang-Si) Yabe.	Grès avec couches charbonneuses (Loczy).	Calcaires à *Dolioliina*	Calcaire à *Dolioliina lepida* d'Akasaka.	?	?	Calcaires de Thanh-moi et de Lang-nac à *Schwag. Verbeeki, Dol. lepida*.	?	Calcaire à *Cyclolobus persulcatus* (Timor) Calcaire de Sumatra à *Dolioliina*. Calcaire de Java à *Sch Verbeeki*.	Calcaires supérieurs à Productus (Pars).		Groupe de Damuda.	Couches de Kouznetsk à charbon	Etage de Kostroma
Artinskien	ri	Calcaires à *Spirifer Blasii, Martiniopsis inflata, Hemiplychina sparsiplicata, Camarophoria globulina, Productus gratiosus*, etc.		Couches de Tze-de et de Chen-teu.	Couches de Yarkalo		Schistes noirs bitumineux à *Para celtites* et *Gastrioceras* des environs de Nan-king		Calcaires de Sau-xa à *Productus gratiosus*.	?	?			Calcaire à *Cyclolobus* (Timor).	Calcaires à Cephalopodes de Jabi. Calcaire de Kalabagh.	Schistes de Kuling à *Cyclolobus*, schistes de Kumaon et de Guhrwalà *Spirifer Rajah* et calcaire de Chitichun. Couches alternantes marines et terrestres du Cachemire. Calcaire de Spiti.	Assises de Ta chir (Inde) et couches de Herat (Afghanistan).	Marnes et grès charbonneux de Tourfan. Calcschistes noirs du Darvaz à Fusulines. Calcaire noir à Fusulines du Karakorum et de Bamian (Hindoukouch). Calcaire noir du Gussass à *Producl. cancriniformis* et *P. libeticus*.	Grès d'Artinsk du Timan, de la Nlle Zemble.

CHAPITRE III

Groupe mésozoïque

Système Triasique

GÉNÉRALITÉS

Les terrains triasiques offrent dans le Yun-nan oriental une très grande puissance avec une localisation remarquable.

Ils ont été signalés d'abord par M. Douvillé d'après les échantillons recueillis par M. Leclère dans deux gisements dont l'un assez riche appartenant au Trias moyen. M. Lantenois a précisé la position de plusieurs niveaux triasiques et a reconnu la présence des couches à Trachyceras. Dans la région de Mi-leu Tou-tza M. Counillon a recueilli des plantes qui ont été déterminées par M. Zeiller comme appartenant au Trias inférieur. Nous avons pu étendre à notre tour nos connaissances sur le Trias yunnanais en déterminant leur extension et en précisant la série des niveaux qui se succèdent.

LOCALISATION DU TRIAS DANS LE S. E. DU YUN-NAN ORIENTAL

Un simple coup d'œil jeté sur la carte géologique au 1:200.000 qui accompagne ce Mémoire montre que les terrains triasiques sont localisés exclusivement dans une large bande passant approximativement entre A-mi-tchéou et Mong-tseu avec une direction à peu de chose près N. E. et limitée presque partout par des contacts anormaux qui la séparent des terrains paléozoïques; en un seul point, au N. du lac de fracture de Tsin-chouéi-tang, j'ai pu observer dans de bonnes conditions le passage du Permien au Trias inférieur. Ces contacts anormaux sont constitués surtout par des fractures de grande importance entre lesquelles le Trias est enfermé. Du reste c'est grâce à cette circonstance d'être limité par des fractures radiales que la grande aire triasique a dû d'être conservée, et ceci sera mieux encore mis en lumière après l'exposé de la structure tectonique du Yun-nan. Pour faire déjà saisir ce fait, j'indiquerai que à partir de la fin du Pliocène l'ensemble du Yun-nan a été soumis à un intense travail d'érosion qui a enlevé complètement les terrains triasiques dans toute la région où affleurent les dépôts paléozoïques, mettant ceux-ci à nu; au contraire entre la grande ligne de fracture qui s'étend d'A-mi-tchéou à Pong-pou et le réseau de multiples cassures qui s'étend entre A-mi-tchéou et Tchong-ho-yun vers l'E. (V. carte géologique), le Trias effondré dans une grande aire d'effondrement où il a été amené à la hauteur des dépôts paléozoïques a pu être conservé. La carte géologique très expressive à cet égard montre comment le contact de la région triasique et des zones paléozoïques qui la circonscrivent se fait par de longues cassures rectilignes. Dans la région de Mong-tseu, les failles multiples qui hachent la région, la découpant en grands casiers anguleux, provoquent l'existence de blocs triasiques effondrés entre des masses de calcaires ouraliens ou artinskiens.

Vers l'E. dans la direction du Kwang-si, dans la région de Tchong-ho-yun et sur la bordure N. du Ming-kien-chann cette structure de compartiments calcaires ouraliens et artinskiens en contact avec des compartiments triasiques effondrés est tout à fait nette sur la carte. J'ai déjà antérieurement fait ressortir les intéressants contrastes topographiques engendrés par ces juxtapositions brutales de terrains très différents.

A N. E. de Mi-leu, entre cette sous-préfecture et celle de Kouang-si-tchéou le Trias passe largement en se prolongeant au N. N. E. vers Tou-tza. Près de Mi-leu, dans la région de 'Hoa-keuou, le contact entre la région triasique et la région des terrains paléozoïques se fait encore de façon anormale, mais ici ce n'est plus une fracture qui intervient, c'est un plan de charriage, la région paléozoïque étant poussée en bloc sur la région triasique (fig. 92 atlas).

Au sud, entre Mien-tien et Mong-tseu d'une part, entre Tsin-chouéi-tang et A-mi-tchéou de l'autre, les failles qui circonscrivent la région triasique forment des lignes très brisées, il en résulte que le Trias forme sur la carte des coins enfoncés dans la masse des terrains paléozoïques, structure bien visible sur la carte géologique.

Ainsi, pour résumer rapidement ces données, les terrains triasiques sont cantonnés exclusivement dans la partie sud-orientale du Yun-nan méridional et limités à l'O. par une grande ligne de fractures. En dehors de cette ligne de dislocation le Trias *n'apparaît jamais ailleurs* dans le Yun-nan oriental. L'ensemble étranglé par des failles dans la région Mong-tseu A-mi-tchéou s'étend au N. E. et forme la majeure partie de la vaste région située entre A-mi-tchéou, Kwang-nang et Lou-léang et se prolonge au Kwéi-tchéou.

ÉTAGES TRIASIQUES REPRÉSENTÉS DANS LE YUN-NAN ORIENTAL ET LEUR RÉPARTITION

Les trois grandes divisions du Trias sont représentées. D'une façon générale les dépôts de cet âge sont excessivement plissés, les plis renversés fréquents et il fallut un soin particulier pour établir nettement la succession des horizons et se mettre en garde contre les renversements de séries, comme à Tse-tsou par exemple où une fort belle série triasique avec horizons fossilifères appartient au flanc complètement renversé d'un synclinal, et où par suite la série stratigraphique offre en haut les termes les plus anciens.

Le Trias inférieur : Apparaît surtout dans la région de Mi-leu et se poursuit au N. N. E. dans la partie haute du bassin du Pa-tien-'ho et vers Tou-tza et au-delà en offrant sur une longueur de plus de 80 km. une série ininterrompue d'affleurements houillers. Au sud on le voit affleurer largement dans la région de Pong-pou et Tchou-yuen, puis il disparaît contre la grande fracture Pong-pou Mi-leu et ensuite ne reparaît plus.

Le Trias moyen ne forme pas une région bien délimitée sur la carte comme l'aire d'extension du Trias inférieur. Il affleure surtout entre Mong-tseu et A-mi-tchéou, entre A-mi-tchéou et le lac de Tsin-chéou-tang, et à l'E. d'A-mi-tchéou entre cette sous-préfecture et Tchong-ho-yun où il joue un rôle important sur la bordure septentrionale du Ming-kien-chann. Une autre bande de Trias moyen accompagnant le Trias inférieur court à l'E. de Tchou-yuen. Ailleurs, le Trias moyen forme des affleurements limités par des fractures ou des plis failles dans la région du Trias supérieur.

Les affleurements du **Trias supérieur** sont très bien délimités. Ils occupent une aire d'extension définie limitée au sud par la grande cassure, qui va en ligne brisée des environs de Wou-tseng-tchéou à A-mi-tchéou en limitant au N. le Permien calcaire du Ming-kien-chann ; à l'ouest par la partie méridionale de la faille de Mi-leu à Pong-pou, au nord par les affleurements du Trias inférieur de la région de Tchou-yuen, à l'est il se prolonge, sans que j'aie pu reconnaître la fin des affleurements, à 100 km. au-delà d'A-mi-tchéou.

La série des horizons que nous avons pu distinguer est assez grande et beaucoup d'entre eux sont bien datés par des faunes très caractéristiques. Au point de vue de la récolte des fossiles une grosse difficulté consiste dans la friabilité de ces derniers dans certains horizons du Trias moyen et supérieur, formés de marnes pulvérulentes qui s'émiettent très facilement et ceci dans des horizons justement riches en Ammonitidés. Malgré ces difficultés nous avons pu parvenir à rapporter de belles séries qui sont décrites au point de vue paléontologique dans la 2e partie de ce Mémoire par M. Mansuy.

DISCORDANCE DU TRIAS INFÉRIEUR SUR LE PALÉOZOIQUE.

La fin de la période permienne fut marquée au Yun-nan par un mouvement orogénique suivi d'une pénéplanation intense et d'une abondante émission de laves basaltiques. Nous avons déjà exposé rapidement ces faits. La transgression triasique se fit sur cette région travaillée par l'érosion et le Trias inférieur repose fréquemment sur des plis très décapés. Il en résulte qu'on ne rencontre guère de passage continu du Paléozoïque au Trias, sauf à titre exceptionnel.

La transgression triasique a débuté par des formations lagunaires dans lesquelles alternent les dépôt à plantes terrestres et les couches à fossiles marins. D'une façon générale la faune du début de la période est pauvre.

Comme les différents horizons triasiques offrent beaucoup de constance dans toute la partie du Yun-nan où on les observe, il est préférable d'employer ici la description par étages plutôt que des descriptions de coupes englobant plusieurs étages différents, d'autant plus que fréquemment les coupes embrassant plusieurs étages triasiques offrent des bouleversements tectoniques.

SÉRIE EOTRIASIQUE

Je viens d'indiquer que les couches les plus anciennes du Trias inférieur ou Werfénien apparaissent surtout dans la région de Mi-leu et au N. N. E. de cette sous-préfecture dans la partie haute du bassin du Pa-tien-'ho. J'attribue à l'ensemble de la série éotriasique dans cette région une épaisseur moyenne de 500 m. environ. J'ai retrouvé du Trias inférieur en dehors de cette région, à 26 km. au N. O. d'A-mi-tchéou entre la tête nord du lac de Tsin-chouéi-tang et le village de Wou-lou-si-chou.

LE TRIAS INFÉRIEUR DANS LA RÉGION DE MI-LEU, ET TCHOU-YUEN

C'est dans la région environnant la sous-préfecture de Mi-leu et dans celle de Tchou-yuen que j'ai pu observer la partie tout à fait inférieure du Trias avec le plus grand développement. Grosso modo, la série se laisse diviser en deux grandes groupes de terrains très dissemblables qui sont :

t_1a Complexe de marnes vivement bariolées de grès sableux et schistes marneux pulvérulents de Ta-chouéi-tang passant insensiblement au Trias moyen.

t_1 Etage des psammites de Je-chouéi-tang.

L'étage t_1 que j'appelle horizon de Je-chouéi-tang parce qu'autour de cette localité, il offre des coupes excellentes, a une épaisseur minima de 300 m. Il renferme une série de couches charbonneuses généralement bien réglées avec charbon de bonne qualité et quelques bancs marneux minces contenant des plantes en mauvais état de conservation. Le facies lithologique de cette formation est des plus constants : Ce sont presque toujours des grès fortement micacés, généralement en bancs bien lités, toujours très sableux et rarement cohérents, de teinte rouge-brun assez sombre. Il est difficile de les confondre avec les grès rouges moscoviens ou les grès permiens $r_{,,,}$ de l'horizon de Lou-nan, qui bien qu'étant des formations lithologiques du même groupe offrent un habitus différent qui ne permet pas la confusion pour celui qui est tant soit peu habitué à les considérer.

L'étage t_1a qui forme la partie supérieure du Werfénien yunnanais offre beaucoup moins de constance dans ses facies lithologiques quand on le considère de bas en haut. C'est une série très complexe de marnes et de grès. Il est formé par des marnes bariolées noduleuses, se brisant en écailles courbes, offrant parfois des couches alternantes de teinte bleue, rouge brun, chocolat ; elles alternent avec des bancs de marnes jaunes et fines, pulvérulentes quand elles sont sèches, au contraire formant pendant les pluies une vase fine

dans laquelle la circulation devient à peu près complètement impossible. Ces marnes offrent des bancs de grès micacés généralement très fins, de teinte généralement jaune aussi, quelquefois psammitiques et bien lités, parfois un peu argileux.

Bande werfénienne de Mi-leu à Tou-tza

Une première bande de Trias inférieur commence au N. de la dépression lacustre plio-pleistocène de Mi-leu. Dirigée à peu près N. E., celle-ci se dirige vers le Kwéi-tchéou. Je l'ai observée sur une longueur de 80 km. environ de Mi-leu à Tou-tza. Sa largeur varie entre 10 et 14 km. Je renverrai le lecteur à la Carte géologique au 1:200.000 pour se rendre compte de sa position. Les terrains qui composent cette bande sont très plissés et faillés en même temps ; je n'ai pu les figurer sur la carte que d'une façon schématique étant donnés son échelle et les accidents nombreux qui affectent ces terrains chevauchés immédiatement au N. de Mi-leu par la région paléozoïque de Hoa-keuou, tandis que plus au N. E. ils reposent transgressivement sur les terrains primaires, grès permiens, basaltes permiens, Artinskien calcaire antérieurement plissés et soumis à la pénéplanation de la fin du Permien.

La coupe fig. 92 (atlas) montre la très grande complexité des plissements qui affectent le Trias inférieur (accompagné de Trias moyen) dans la région comprise entre Ta-chouéi-tang et 'Hoa-keuou et la lame de psammites rouges werféniens intercalée en écaille entre le Trias moyen qu'elle chevauche et la nappe plissée carboniférienne de 'Hoa-keuou.

Je vais décrire maintenant un certain nombre de coupes destinées à montrer le détail des assises du Trias inférieur.

Environs de Ta-chouéi-tang. — Ta-chouéi-tang est un gros village situé à 14 kilomètres environ au N. O. de Mi-leu. Je ne m'occuperai pas ici des dislocations très fortes de cette région ; leur description trouvera sa place dans l'étude tectonique.

On peut relever une première coupe intéressante montrant les relations du Trias inférieur et des terrains paléozoïques à 1 km. au N. N. E. du village où les calcaires permiens plissés en synclinal supportent en discordance les assises inférieures. Les calcaires portent une jolie pagode pittoresquement située. On observe (fig. 56 atlas).

Werfénien t_1 Psammites rouges sableux sans fossiles.
Discordance .....
Artinskien r_1 Calcaires gris bréchoïdes.

L'érosion a enlevé ici les couches t_1a et n'a du reste laissé qu'une faible épaisseur des psammites t_1 ; mais au-dessous de la pagode à l'O. passe une fracture importante qui met en contact les couches du synclinal avec les formations du complexe t_1a complètement relevées à la verticale. Sur le versant occidental de la petite vallée dans laquelle passe la faille, des ravins étroits permettent d'étudier la formation dont on ne voit ici que la partie supérieure. La coupure est assez difficile à placer ici entre le Trias inférieur et le Trias moyen qui passent insensiblement de l'un à l'autre ; on ne peut malheureusement définir d'une façon précise la série des niveaux en ce point parce que les flancs des collines sont en grande partie éboulés. Un lit de torrent très raviné et ayant déblayé les éboulis m'a fourni dans des marnes colorées en vert et en jaune, en lits épais d'une vingtaine de centimètres alternant avec des grès argileux, le tout étant vertical :

Lingula Metensis Terq.
Myophoria sp.(1)
Débris de poissons indéterminables.
Fragments indéterminables de *Tæniopteris*.

(1) Cette Myophorie en échantillons assez mauvais paraît se rapporter à *M. elegans* Dunk. ou à une espèce voisine.

Le village de Ta-chouéi-tang est bâti sur les alluvions récentes et en même temps s'élève un peu sur les flancs de la colline à laquelle il s'adosse. Derrière les dernières maisons du village, les calcaires permiens inférieurs forment une surface extrêmement irrégulière, contre laquelle s'appuient en discordance tectonique par l'intermédiaire de la faille indiquée dans la coupe précédente, les couches t_1a, prolongement de celles que nous venons d'indiquer. Vers le haut de la colline on observe çà et là sur le manteau de terre végétale des affleurements où l'on constate le pendage très rapide des marnes vertes et jaunes et des grès. Je n'ai trouvé là que de mauvais débris de Myophories indéterminables.

Une excellente coupe de la partie supérieure du système, montrant son passage au Trias moyen, peut être relevée à gauche du chemin de Choui-tsin à Ngao-tseu et sur le chemin même, en traversant la chaîne de collines à l'E. de Ngao-tseu (fig. 58 atlas) :

Trias moyen (partie inférieure)	t_1	17 Calcaire marneux à *Myophoria Szechenyi* Loczy.	
	t_1a	16 Masse de grès grisâtres grossiers.	
	t_1	15 Marnes calcareuses.	
		14 Marnes jaunes.	
		13 Schistes marneux jaunes.	
Partie supérieure du trias inférieur (Werfénien) passant insensiblement au trias moyen. t_1a.		12 Grès grossier jaune	15 m.
		11 Marnes bleues écailleuses	10 m.
		10 Marnes brun-rouge écailleuses	25 m.
		9 Banc de psammites sans fossiles	10 m.
		8 Marne jaune pulvérulente	22 m.
		7 Psammites jaunes fissiles à débris de plantes	3 m.
		6 Marne jaune très fissile en plaquettes	15 m.
		5 Grès fins argileux jaunes	8 m.
		4 Marne jaune	5 m.
		3 Marne chocolat écailleuse	5 m.
		2 Marne jaune pulvérulente	2 m.
		1 Psammites jaunes	10 m
Discordance			
Permien inférieur		Calcaire gris bréchoïde bitumineux.	

Les calcaires permiens qui forment ici le substratum du Trias offrent une surface très irrégulière, et là où l'érosion a déblayé en partie les couches meubles du Trias inférieur, on voit apparaître des pointes calcaires engagées dans ce dernier, il faut remarquer également que la série des psammites brun-rouge puissants par lesquels débute le Trias inférieur manque complètement ici et que c'est la série t_1a seule qui représente cet étage. Mais l'allure des pointements calcaires enrobés dans le Trias indique comment ce fait peut se produire. Il apparaît que la transgression triasique s'est faite dans une région profondément ciselée par l'érosion, dans laquelle les dépôts de cet âge ont rempli d'abord les dépressions, tandis que des sommets calcaires restaient probablement en saillie, ce qui explique ainsi qu'ils puissent ne pas porter les sédiments psammitiques t_1 ; la sédimentation continuant, ces hauteurs à leur tour ont été ensevelies dans les dépôts du Trias inférieur, puis dans les horizons supérieurs. Ce qui corrobore pleinement cette appréciation, c'est le facies continental des grès psammites inférieurs t_1 qui contiennent seulement des plantes comme fossiles et se sont accumulés dans des dépressions ; tandis que les couches t_1a tout en présentant encore quelques rares intercalations de grès à végétaux offrent surtout une faune de mer très peu profonde, évidemment, mais cependant véritablement marine. Ainsi il paraît avéré que dès le commencement du dépôt de l'horizon des psammites t_1 jusqu'à la fin de la sédimentation du complexe t_1a la région a subi un mouvement d'enfoncement lent et régulier, qui se poursuivra et s'accentuera pendant le Trias moyen et le Trias supérieur pour être remplacé par un mouvement inverse de relèvement à la fin de cette dernière période.

La série des niveaux de t_1a que nous venons d'énumérer est peu fossilifère, comme du reste le Trias inférieur en général au Yun-nan. Dans les horizons 1 et 7 j'ai observé des débris de plantes :

Taeniopteris sp. ind.
Nevropteridium sp. (?)

Dans 6 et 8 de très mauvais échantillons de :

Myophoria sp. (*Szechenyi* Loczy ?)
Lingula Metensis Terq.
Anoplophora sp. ind.

En réalité ces couches passent insensiblement au Trias moyen.

Coupe par Je-chouéi-tang(1) et Siao-sin-tien. — A l'ouest de Ta-chouéi-tang le Trias inférieur affleure largement ; la fig. 92 (atlas) montre la façon dont il est affecté par des dislocations importantes que nous analyserons plus loin. Ici l'étage inférieur des psammites t_1 offre un développement énorme, et aux environs de Je-chouéi-tang, leur ensemble atteint au minimum 300m. La série est complètement renversée et à l'ouest de Je-chouéi-tang le complexe t_1a des marnes et grès plonge sous la masse des psammites ainsi que l'indiquent les fig. 59 et 92 (atlas). L'horizon des psammites t_1 ne contient pas ici moins de 3 couches de charbon de bonne qualité, bien réglées, dont la plus inférieure exploitée à Je-chouéi-tang et à l'O. derrière la crête se montre la plus élevée par suite du renversement de la série. Un banc marneux, en réalité subordonné à la couche de houille, mais qui, par suite du renversement, repose sur elle, contient des débris végétaux, malheureusement très fragmentaires, car cette marne gréseuse formant un banc très mince se brise au moindre choc en petits fragments parallélipipédiques.

Entre Ta-chouéi-tang et Je-choué'-tang passe une faille importante qui met en contact la base de l'étage des psammites et le calcaire du Trias moyen (fig. 92 atlas). Entre Ta-chouéi-tang et la faille affleure largement le Trias inférieur, mais l'ensemble est plissé en anticlinaux nombreux, étroits, souvent déversés ; les couches du complexe t_1a gréso-marneux sont pincés dans les axes synclinaux, tandis que les psammites t_1 affleurent dans les anticlinaux, mais leur partie supérieure seule est visible et ici les couches à charbon n'affleurent pas. Au contraire à l'O. de la faille, on aborde de suite l'étage des psammites t_1 qui forment une série d'une épaisseur énorme. Au voisinage de la faille les couches sont verticales, puis à mesure que l'on gagne le fond de la vallée qui descend vers Mi-leu elles se renversent en plongeant vers l'E. S. E. et de l'autre côté de la rivière, sur le versant de Je-chouéi-tang le renversement est complet. De Siao-sin-tien en allant à la faille par Je-chouéi-tang la série est la suivante en faisant abstraction du retournement des couches (la fig. 59 atlas montre partiellement cette coupe en série renversée) :

Trias moyen très écrasé.

Trias inférieur	t_1a	20	Marnes bleues noduleuses très contournées à l'O. de Siao-sin-tien.	15m.
		19	Marnes calcareuses à mauvaises Myophories	10m.
		18	Marnes jaunes schisteuses avec fossiles en mauvais état	35m.
		17	Grès sableux jaune	10m.
		16	Marnes bleues	20m.
		15	Marnes brun-rouge foncé	10m.
		14	Psammites jaunes à grain fin, bien lités, très fissiles	25m.
		13	Marnes jaunes pulvérulentes	5m.
		12	Psammites jaunes fin à débris de plantes	6m.
		11	Marnes jaunes schisteuses en plaquettes	10m.
		10	Grès sableux	10m.
		9	Masse de marnes bariolées, jaunes et chocolat en bancs alternants	35m
	t_1	8	Psammites rouge-brun foncé	30m.
		7	Couche charbonneuse	1m.
		6	Psammites rouges et rouge-brun foncé	20m.
		5	Couche charbonneuse	0m.80
		4	Psammites rouges foncés avec intercalations de grès jaunes massifs	90m.
		3	Couche de charbon de Je-chouéi-tang	1m.
		2	Banc de marne gréseuse grisâtre à plantes	0m.60
		1	Masse de psammites et de grès micacés sableux rouges, brun-rouge et brun	150m. au minimum.

(1) Il ne faut pas confondre ce Je-chouéi-tang avec la localité du même nom située dans la vallée du Pa-ta-ho en aval de Po-shi. Ce terme signifie : bain d'eau chaude ; toutes les localités où on trouve une source thermale portent ce nom ou un similaire.

Accidentellement des bancs de grès quartziteux s'intercalent dans la formation, et de façon quelconque, aucun d'eux ne formant jamais un niveau constant ; ils apparaissent comme le produit de concentrations siliceuses d'ordre secondaire formées aux dépens des grès.

La couche de charbon du niveau 3 est exploitée par les Chinois qui l'ont percée d'un grand nombre de trous de mine. On la suit à flanc de vallée dans la direction de Mi-leu. Le charbon y est beau. Les Chinois exploitent cette couche à leur manière ordinaire, c'est-à-dire en faisant de place en place des descenderies, l'exploitation finissant toujours par effondrement de la galerie creusée en trou de taupe. Les trous abandonnés sont extrêmement nombreux ; quand une descenderie s'effondre on en creuse une autre un peu plus loin. Les trous se sont ainsi multipliés autour de Je-chouéi-tang. Au toit de la couche *(qui, en réalité, est le mur par suite du retournement des couches)* on remarque le banc de marnes grisâtres gréseuses à plantes ; malheureusement, il est absolument impossible d'en extraire des morceaux un peu gros car la roche s'émiette au moindre toucher. Dans les petits fragments extraits nous avons pu reconnaître des fragments de pinnules de *Nevropteridium* sp. se rapportant à ce qu'il semble bien aux formes signalées par M. Zeiller [1] dans les échantillons recueillis dans cette région par M. Counillon, et accompagnés de débris de *Tæniopteris* sp. et de *Dyctyophyllum* sp. insuffisamment conservés pour permettre une détermination plus précise. Le gisement de Je-chouéi-tang appartient au même niveau que les autres gisements à plantes fossiles qu'on observe au N. de Mi-leu.

Gisements de trias inférieur des environs de Kio-lo-tchao. — A l'ouest de la région précédente, le Trias inférieur reparaît entre Siao-sin-tien et la bordure de la région occidentale paléozoïque ; seulement ici, les conditions tectoniques offrent une grande complication. Le Trias inférieur forme une écaille charriée sur les calcaires du Muschelkalk et chevauchée elle-même par les dépôts paléozoïques de la région de 'Hoa-keuou dans les conditions représentées par la partie gauche de la fig. 92 (atlas). Cette écaille ne comprend presque uniquement que les psammites t_1, avec une lame de calcaires du Trias moyen qui plonge à l'ouest de Kio-lo-tchao sous les calcaires ouraliens. L'érosion ayant déblayé les terrains paléozoïques charriés sur le Trias et mis celui-ci à découvert, on observe sur de grandes étendues, notamment entre Y-che et Siao-sin-tien, les psammites du Trias inférieur reposant horizontalement sur les calcaires du Muschelkalk.

Sur le flanc occidental de l'étroite et profonde vallée de Kio-lo-tchao les psammites t_1 forment les pentes très raides surplombées par les calcaires du Muschelkalk eux-mêmes chevauchés par les calcaires carbonifériens. Les couches de charbon étudiées près de Je-chouéi-tang s'y retrouvent et les trous de mine sont nombreux ; les Chinois exploitent ces affleurements avec beaucoup d'activité. La meilleure couche offre environ $1^m 20$ d'épaisseur. La houille est encaissée ici encore entre de minces bancs de schistes marneux offrant encore de mauvais débris de plantes. Le charbon est envoyé à Mi-leu au moyen de charrettes à buffles. Le système d'exploitation est naturellement le même que partout ailleurs.

Les marnes et grès du complexe t_1a accompagnent par endroits les psammites t_1 ; notamment près de Y-che ; mais les dislocations considérables interdisent de rechercher ici des séries continues.

Prolongement du trias inférieur vers le N. N. O. — La bande de Trias inférieur dont nous venons de donner les caractéristiques se poursuit vers le N. E. jusqu'au delà du Tou-tza, sur une longueur de plus de 80 km. et une largeur moyenne d'une douzaine de kilomètres ; elle s'étend probablement beaucoup plus loin au Kwéi-tchéou. En tous cas jusque dans la région de Tou-tza elle conserve les mêmes caractères et comporte toujours des horizons charbonneux.

M. Counillon a suivi l'itinéraire de Mi-leu à Tou-tza. Il a rapporté quelques données que nous avons pu compléter.

D'une façon générale les terrains sont bouleversés par des plissements très forts. Presque partout affleurent les psammites rouges avec charbon, exploité dans une multitude de localités, notamment I-wi-chao, Tsin-si-keuou, Tzai-keuou.

---

[1] *Note sur quelques empreintes végétales des gîtes de charbon du Yun-nan méridional*, in Mission géologique et minière du Yun-nan méridional.

M. Counillon a cité également les couches triasiques inférieures à Peu-kiao.

A la mine de Si-long-po près de Tsin-si-keuou la couche de charbon principale se montre nettement dédoublée ; de bas en haut on observe :

Charbon	1m.
Schistes argileux jaunes	0m 50
Schistes noirs avec charbon en filonnets	1m.
Charbon	0m.50
Schistes argileux jaunes	?

Nous avons recherché des plantes dans les gisements déjà prospectés par M. Counillon dont les récoltes ont été étudiées par M. Zeiller (1). Je n'ai rien pu trouver de meilleur : les débris de plantes sont toujours extrêmement fragmentaires, laissent beaucoup à désirer et je crois que ces gisements ne fourniront jamais de bons exemplaires.

Du gisement de Tou-tza ont déjà été cités par M. Zeiller :

Pecopteris (Cladophlebis) sp.
Nevropteridium cf. *Bergense* Blanckenh.
Gigantopteris nicotianaefolia Schenk
Cf. « *Annularia* » *maxima* Schenk (2)

Des environs de Mi-leu (gisement de Mi-si-sao, Lao-tchang-tsin) M. Zeiller a déterminé :

Nevropteridium sp.
Tæniopteris aff. *Jourdyi* Zeiller (?)
Dictyophyllum aff. *Nathorsti* Zeiller (?)
Stigmaria sp.

De I-wi-chao :

Pecopteris sp.
Pecopteris (Callipteridium (?)) sp.
Nevropteridium cf. *Bergense* Blanck.
Taeniopteris sp.
Taeniopteris sp.
Gigantopteris nicotianaefolia Schenk

De Tsin-si-keuou :

Nevropteridium sp. (rappelant) *N. Voltzi.* Brongn.
Taeniopteris sp.
Gigantopteris nicotianaefolia Schenk
Equisétinée ? indt.

Bande werfénienne de Tchou-yuen

Séparée de la bande précédente par un large affleurement de calcaires permiens, une autre aire de Trias inférieur s'étend au N. E. de la dépression de Tchou-yuen ; son importance est moins considérable que celle de la précédente ; de plus en avançant vers le S. E. on voit le Trias moyen supplanter en partie les affleurements werféniens dans les axes synclinaux, puis rapidement le Trias supérieur apparaît à son tour et le Trias inférieur disparaît sous la masse du Trias moyen et du Trias supérieur. Au S. O. dans les environs de Tchou-yuen, la bande de terrain triasique est largement coupée en biseau par la grande faille de Pong-pou et heurte ainsi la zone occidentale des terrains paléozoïques.

Je n'ai vu affleurer dans cette région que la partie tout à fait supérieure de l'étage et la série débute en général par une épaisse série de marnes bariolées : une bonne coupe peut être relevée en descendant sur la plaine de Tchou-yuen en venant du village de Che-mo. On y observe très bien le passage du Trias inférieur au Trias moyen. La série se présente ainsi :

Base du trias moyen. — Marnes jaunes schisteuses à *Myoph. Szechenyi* Loczy (?) échantillons en mauvais état.		
Trias inférieur (partie supérieure t_1a)	Marnes calcareuses très noduleuses de teinte chocolat ou violet	50m.
	Marnes calcareuses bleues	90m.

(1) *Note sur quelques empreintes végétales des gîtes de charbon du Yun-nan méridional*, in Lantenois, Mission géologique et minière du Yun-nan méridional, p. 178.

(2) Schenk, in Richthofen, *China*, IV Bd., p. 231, pl. XXXI, fig. 3a, 4a, 5.

Les alluvions anciennes et récentes de la plaine de Tchou-yuen recouvrent les horizons les plus inférieurs du système.

A l'est de Tchou-yuen la série des marnes calcareuses bleues et chocolat est très développée et s'observe avec une grande netteté, grâce à leur aridité absolue ; leur pendage se fait d'une façon générale vers le S. O. Il est assez faible, de 15 à 20° environ.

Cette série des marnes bariolées, si reconnaissables à leurs teintes bleues, violettes ou chocolat est exactement l'homologue des marnes bariolées que nous avons vu former la partie supérieure du complexe t_1a dans la coupe relevée à l'E. de Ngao-tseu au N. E. de Mi-leu. Ici leur épaisseur est plus considérables ; nous les avons vues également à la partie supérieure de t_1a à l'ouest de Je-chouéi-tang près de Siao-sin-tien, seulement dans cette dernière localité leur faible épaisseur est due au laminage.

Ainsi, autant qu'on puisse l'attendre d'une série de dépôts formés dans des conditions d'instabilité du fond assez accusées, les formations du Trias inférieur présentent une constance assez grande.

L'étage présente encore le même facies à mesure que l'on étudie la bande d'affleurements en question vers le N. E , et les diverses coupes que l'on peut y relever sont identiques à la précédente, toujours la série des marnes bariolées passant insensiblement au Trias moyen dans sa partie supérieure.

TRIAS INFÉRIEUR DANS LA RÉGION DE MONG-TSEU ET D'A-MI-TCHÉOU

C'est en général la partie supérieure du Werfénien qui affleure, et bien souvent simplement des couches de passage du Trias inférieur au Trias moyen.

A l'extrémité nord du lac de Tsin-chouéi-tang. on observe le passage progressif du Permien supérieur au Trias inférieur ainsi que l'indique la coupe fig. 61 (atlas), relevée sur le versant sud du plateau faillé qui porte le lac. La coupe est très nette, le terrain étant comme d'ordinaire, parfaitement découvert. On observe :

Trias moyen t		11	Grès rouges grossiers arkosiques.
Trias inférieur	t_1a Passage du Trias inférieur au Trias moyen	10	Marne jaune pulvérulente à *Lingula metensis* Terq.
		9	Grès psammite fin, bien lité, très fissile en plaquettes minces.
		8	Grès jaune fin.
		7	Marne jaune pulvérulente.
		6	Psammite jaune fin.
		5	Marne jaune fine à débris de *Myophoria* cf. *elegans* Dunk.
		4	Grès jaune fin.
		3	Marne jaune.
		2	Grès jaune fin.
		1	Marne jaune.
	t_1		Psammites rouges.
Permien supérieur	γ_2		Basaltes, cinérites et tufs.

Les fossiles sont rares. J'ai observé dans l'horizon 5 de mauvais échantillons de *Myophories* à rapporter peut-être à *M.* cf. *elegans* Dunk. 10 contient *Lingula* cf. *metensis* Terquem.

Les psammites rouges t_1 sont ici plus réduits que dans la région de Je-chouéi-tang et en général au N. E. de Mi-leu où nous les avons vu atteindre jusqu'à 300 m.. Ici ils ne dépassent guère 120 m. Dans le versant sud du torrent de Wang-tang, grâce aux ravins qui l'entaillent, on voit parfaitement en montant vers le lac de Tsin-chouéi-tang les psammites t_1 reposer sur la surface ravinée des basaltes et des cinérites et tufs qui les accompagnent.

Entre le lac de Tsin-chouéi-tang et A-mi-tchéou dans le Si-chann affleurent les schistes marneux de la partie supérieure de t_1a dans une série de plis étroits et allongés ; c'est le passage au Trias moyen comme l'indique la faune riche en individus, mais pauvre en espèces, des schistes jaunes. On peut faire de bonnes observations sur le sentier muletier qui va de Ngan-pien-chao à A-mi-tchéou. Près de I-wan-tchai

(10 km. de A-mi-tchéou) des schistes marneux jaunes entremêlés de minces bancs de grès fin argileux offrent de nombreux fossiles en mauvais état et difficiles à extraire par suite de la friabilité des schistes marneux (1).

Lingula metensis Terq.
Myophoria Szechenyi Loczy.
Myophoria cf. *elegans* Dunk. (?)
Myophoria cf *lævigata* Goldf. (?)
Amusium sp. indt.
Nuculana sp. indt.
Pleurophorus sp. indt.

faune qui indique bien le passage du Trias inférieur au Trias moyen. *Myophoria lævigata* est une espèce du Werfénien supérieur de la Basse-Autriche ; *Myophoria elegans* se trouve à la fois dans le Trias inférieur et le Trias moyen de Thuringe et de Silésie ; *Myophoria Szechenyi* est abondante surtout dans le Trias moyen. Ces schistes marneux jaunes très écrasés supportent les grès grossiers t, par lesquels débute le Trias moyen avec une concordance complète.

Région de Ko-tiéou. — Le Trias inférieur qui affleure entre I-wan-tchai et A-mi-tchéou se prolonge directement vers le S. S. O., tantôt disparaissant sous le Trias moyen, tantôt reparaissant dans de longues boutonnières d'anticlinaux marneux ou déversés, en tous cas toujours très disloqués.

C'est sur le passage de cette zone d'affleurements que se trouvent près de Tsi-kay, un peu en dehors de la route de Mong-tseu à Lin-ngan, les schistes rouges et jaunes de Ien-fen-tchouang où M. Lantenois a recueilli :

Lingula cf *Metensis* Terq.
Myophoria Szechenyi Loczy.
Gervillia sp.
Plenromya sp.

Limité par une fracture S. S. E. le même niveau se poursuit au S. dans une bande étroite jusqu'à Sui-long-tien sur la route de Ko-tiéou à Mien-tien ; M. Leclère y a recueilli des fossiles en mauvais état avec :

Myophoria Szechenyi Loczy

En résumé, dans la région environnant Mong-tseu, Ko-tiéou et A-mi-tchéou l'étage des psammites manque complètement sauf aux environs du lac de Tsin-chouéi-tang et la partie supérieure seule du Werfénien et en général le passage du Trias inférieur au Trias moyen est représenté.

REMARQUES SUR L'ATTRIBUTION DES TERRAINS PRÉCÉDENTS AU TRIAS INFÉRIEUR

L'étage des psammites t_1 par sa situation discordante sur des terrains attribuables au Permien supérieur, dans certains points comme les environs de Wou-lou-si-chou pourrait être classé délibérement, même en l'absence de fossiles, hors du Paléozoïque. De plus, sa position sous le complexe marno-gréseux t_1a qui lui succède en concordance et qui contient à la fois des espèces du Werfénien et du Trias moyen incite à le placer dans le Trias inférieur. La série de plantes recueillies dans les différents gisements de la bande Tou-tza Mi-leu, quoique peu complète et offrant des échantillons en général assez mal conservés, a conduit d'autre part M. Zeiller, il y a quelques années à considérer ces terrains comme appartenant à la partie inférieure du Trias. Toutes ces inductions concordent donc pour attribuer au Werfénien les terrains dont nous venons de parler. Je reproduis ci-dessous les importantes conclusions de M. Zeiller :

« Lorsque j'avais reçu communication des échantillons récoltés dans ces trois dernières localités (Tou-tza, Tsin-si-keuou, I-wi-chao), j'avais été frappé d'y voir réunis des types qui semblaient presque,

(1) La plupart se rapportent à des formes figurées par Von Loczy et comme ces échantillons n'étaient pas transportables par suite de la friabilité des schistes qui, de plus, étaient imprégnés par des suintements d'eau, je les ai déterminés sur place au moyen des figures données par V. Loczy.

(2) *Note sur quelques empreintes végétales*, etc ; op. cit, p. 197.

au premier abord, s'exclure mutuellement, les uns paraissant appartenir en propre à la flore secondaire, les autres à la flore paléozoïque : au premier groupe appartenaient les *Pecopteris* des Fig. 6 et 8 de la Pl. XIV, affines à des formes du Trias supérieur, et les pinnles des Fig. 9, 10 et 11, assimilables au *Nevropteridium* du Trias inférieur ; à ce même groupe appartiendraient en outre les *Dictyophyllum* observés à Mi-leu et peut-être à Tou-tza ; au second, le fragment de penne de la Fig. 7, ressemblant à un *Callipteridium*, et les *Stigmaria* de I-wi-chao. Les fragments de frondes du *Taeniopteris* pouvaient être comparés aussi bien des formes paléozoïques qu'à des formes secondaires, bien que paraissant se rapprocher surtout d'espèces permotriasiques ou triasiques.

Quant au *Gigantopteris nicotianaefolia* et à l'*Annularia « maxima »*, leur présence ne fournissait aucune indication précise, l'attribution que Schenk avait faite au Houiller du gisement de Lui-pa-kou, le seul où ces deux espèces fussent connues, ayant été plus d'une fois contestée, la première de ces espèces, avec la disposition pédalée de sa fronde et sa nervation aréolée, faisant songer plutôt à des formes triasiques ou rhétiennes qu'à n'importe quel genre paléozoïque, et l'attribution de la seconde au genre Annularia, comme celle de certains autres échantillons des espèces houillères, n'étant rien moins que justifiée.

La seule conclusion admissible consistait à ranger ces gisements au voisinage immédiat de la limite entre la série paléozoïque et la série secondaire, c'est-à-dire vers le sommet du Permien ou à la base du Trias, et cette conclusion semblait d'autant plus acceptable qu'on ne connaît pour ainsi dire pas la flore du Permien supérieur et qu'on n'a sur celle du Trias inférieur que des renseignements très incomplets : la présence de types aussi insolites que le *Gigantopteris nicotianaefolia* et *l'« Annularia » maxima* était dès lors, à moins de supposer un cantonnement extraordinairement étroit, moins surprenante à l'un ou à l'autre de ces niveaux qu'à tout autre. J'ai donc été plus satisfait que surpris lorsque j'ai appris ultérieurement que les observations de M. Counillon le conduisaient précisément à ranger la bande charbonneuse de Tou-tza Mi-leu entre les grès rouges de Lou-nan qui reposent sur des calcaires d'âge permien inférieur, et les calcaires à Trachyceras de Kouéi-tien (1) qui sont situés à la base du Trias supérieur. Des conditions géologiques générales conduisent d'ailleurs M. Lantenois à regarder cette zone charbonneuse comme triasique plutôt que comme permienne, conclusion en faveur de laquelle plaident également les observations paléobotaniques, étant donné d'une part la découverte, rappelée plus haut, d'un *Stigmaria* bien caractérisé dans le Trias inférieur, et d'autre part la présence, dans ces gisements, de types exclusivement triasiques, à ce qu'il semble, comme le sont les *Nevropteridium*, et à côté d'eux de types tels que le *Cladophlebis* probable de Tou-tza, et le *Dictyophyllum de* Mi-leu qui indiquent un âge secondaire.

Ces gisements appartiendraient ainsi au Trias moyen ou au Trias inférieur, et la même attribution de niveau en découlerait pour les gîtes d'anthracite du Hou-nan explorés par F. von Richthofen. Il serait d'ailleurs fort à désirer que les Lamellibranches qu'il dit avoir rapportés en grand nombre de Lui-pa-kou et qui n'ont jamais, à ce qu'il semble, été déterminés, fussent étudiés par un paléontologiste compétent ; ils permettraient probablement de préciser l'âge de cet horizon charbonneux. Il y aurait en outre un très grand intérêt à ce que ces divers gisements pussent être explorés plus à fond, de manière à en tirer des renseignements plus complets sur la constitution de leur flore, et à pouvoir notamment, s'assurer si les *Glossopteris,* dont on constate la présence au Yunnan à l'époque rhétienne, y avaient déjà pénétré en ce moment.»

Nous rattachons à l'étage des psammites le complexe des marnes et des grès bariolés t_1a parce qu'il contient des espèces qui se rencontrent dans le Trias inférieur d'Europe, mélangées à des espèces du Trias moyen, en spécifiant que la partie supérieure du système passe par transitions insensibles au Trias moyen.

Série mésotriasique

GÉNÉRALITÉS

Le Trias moyen est cantonné comme le Trias inférieur dans la partie sud-est du Yun-nan oriental. Dans la région de Mi-leu, il accompagne en général le Trias inférieur dans lequel il forme des bandes

(1) J'ai indiqué ailleurs que cette dénomination de calcaire de Kouéi-tien introduit une confusion. Il n'y a pas de calcaire triasique supérieur à Kouéi-tien.

synclinales souvent déversées. Dans la région d'A-mi-tchéou et de Mong-tseu surtout ces affleurements prennent une extension considérable et masquent à peu près complètement les sédiments du Trias inférieur. Il participe à l'E. d'A-mi-tchéou à la structure en paliers effondrés du versant N. du Ming-kien-chann. Entre Pong-pou et la grande faille du Ming-kien-chann le Trias supérieur occupe la vallée du Pa-ta-'ho comme le montre la carte et il apparaît là en bandes étroites appartenant à des écailles limitées par des plans d'étirement.

Les faciès lithologiques sont très variés dans le Trias moyen du Yun-nan oriental, lorsqu'on examine la série verticale des terrains. Mais par ailleurs, la constance de la composition de chaque horizon est très marquée.

On éprouve quelque difficulté à placer la démarcation exacte du Trias moyen et du Trias supérieur au Yun-nan. Je l'ai placée après le dépôt de mon horizon t_{II} en considérant les horizons t_{III} et t_{IV} comme zones de passage du Ladinien au Carnien ; en effet, si d'une part cette série offre des espèces affines avec des espèces de Saint-Cassian, d'autre part elle contient des espèces de Raibl. Mais comme il est nécessaire de placer quelque part la coupure, j'ai choisi le passage de t_{II} à t_{III} dans ma carte parce que le changement facies des dépôts est accompagné d'un changement de forme caractérisé par l'apparition des Céphalopodes ; il semble ainsi que la délimitation soit choisie de la façon la moins arbitraire.

La série des niveaux suivants peut être établie et considérée comme caractérisant l'ensemble du Trias moyen du Yun-nan oriental :

Passage du Trias moyen au Trias supérieur.	t_{IV}	Schistes bruns manganésifères du col de Tou-pi à grandes *Halobies*, *Trachyceras costulatum* Mansuy, *Orthoceras multilabiatum* Hauer, etc.	5 m.
	t_{III}	Calcaire marneux à *Clionites Zeilleri* Mansuy, *Meekoceras yunnanense* Mansuy, *Trachyceras Douvillei* Mansuy, etc.	10 m.
Trias moyen.....	t_{II}	Complexe puissant de grès, schistes, marnes à charbon riches en Lamellibranches de Tse-tsou	150 m.
	t_{II}	Marnes de Tchong-ko-lo à *Pseudomonotis illyrica* Bittner	120 m.
	$t_{,,}$	Grès grossiers et quartzites avec phtanites de Lan-ni-pé	25 m.
	$t_{,,}$	7 Calcaire marneux passant à l'horizon supérieur.	
		6 Puissante masse de calcaires gris	200 m.
		5 Calcaires bleuâtres durs jaunissant par altération	15 m.
		4 Bancs de calcaires marneux de Lo-sé-tang	30 m.
	$t_{,}$	3 Grès grossiers et quartzites de Ngan-pien-chao	100 m.
		2 Marnes bariolées	25 m.
		1 Schistes marneux bariolés	70 m.

On peut admettre ainsi pour l'épaisseur du Trias moyen complet une valeur de 600 à 650 m.

M. Leclère avait recueilli à l'E. de Mong-tseu une faune du Trias moyen que M. Douvillé a identifiée et dont il a montré les analogies avec celles d'Esino et de la Marmolata. C'est l'unique gisement de Trias moyen trouvé par M. Leclère qui a attribué d'autre part à cet horizon des terrains très différents.

M. Lantenois a nettement reconnu le Trias moyen autour d'A-mi-tchéou. Il y a distingué de bas en haut:

3 Grès et schistes de Lan-ni-pé.
2 Calcaire gris bleu massif de Ta-tchouang.
1 Grès et schistes versicolores de Ien-fen-tchouang.

Cette série est très exacte, mais elle est incomplète. L'horizon 1 : grès et schistes versicolores de Ien-fen-tchouang correspond aux niveaux 1 et 2 de notre $t_{,}$. Nous avons placé dans le Trias moyen la partie inférieure des grès et schistes marneux de cet horizon qui représente en réalité le passage du Trias inférieur au Trias moyen. Les calcaires gris bleu de Ta-tchouang qui forment un deuxième niveau appartiennent bien au Trias moyen, mais entre eux et les grès et schistes de l'horizon de Ien-fen-tchouang s'intercalent les deux horizons que j'ai appelés : « Grès et quartzites de Ngan-pien-chao et calcaires marneux de Lo-sé-tang ». Mais il faut placer dans le Trias moyen la puissante masse des calcaires gris bleu, zonés, que M. Lantenois a appelés « calcaires de Ma-tche-tchao » et qu'il a placé à la partie supérieure du Trias supérieur : c'est par suite d'apparences trompeuses dues à des anomalies tectoniques et

surtout à un renversement général des plissements vers le S. O. que M. Lantenois a été conduit à cette classification. Je montrerai quelles sont, outre les conditions paléontologiques, les arguments qui nécessitent de placer les calcaires de Ma-tche-tchao (mon niveau nº 6 de $t_{,,}$) dans la partie moyenne du Trias moyen).

Je suis par contre d'accord avec M. Lantenois pour placer les grès et schistes de Lan-ni-pé, son horizon nº 3 (mon horizon $t_{,,,}$) dans le Trias moyen ; mais il termine avec ces couches son Trias moyen, et fait débuter de suite le Trias supérieur par ce qu'il nomme « calcaire de Kouéi-tien à *Trachyceras* cf. *Suessi* Mojs. ». Or, entre les premiers horizons du Trias supérieur et les couches de Lan-ni-pé s'intercalent : 1º un puissant horizon de marnes bariolées à faune rappelant celle de St Cassian (horizon de Tchong-ko-lo t_{II}), qui termine le Trias moyen *sensu stricto* ; au-dessus vient ensuite mon horizon t_{III}, puissante série de grès, schistes, marnes, avec charbon représentant les schistes et grès de Ni-ou-ké de M. Lantenois, épaisse d'au moins 150 m. Il faut ajouter que M. Lantenois eût pu difficilement dans la région qu'il étudia, se faire une idée rigoureusement précise de la série stratigraphique du Trias moyen et du Trias supérieur, car elle est affectée par des bouleversements tectoniques réellement considérables, aussi bien de l'ordre des refoulements tangentiels que des effondrements qui s'y superposent et seule une étude tectonique approfondie pouvait conduire à une solution précise des problèmes, tandis que dans la région de Pong-pou et de Tchou-yuen par exemple les observations stratigraphiques offrent beaucoup plus de clarté et c'est là que j'ai pu me faire une idée définitive des faits.

Je vais donner maintenant la description de quelques coupes offrant des séries complètes des différents horizons reconnus.

Le Trias moyen à l'O. d'A-mi-tchéou

Les environs d'A-mi-tchéou offrent quelques bonnes coupes de la partie inférieure du système dans les hauteurs du Si-chann qui forment une bande montagneuse de 32 km. en ligne droite entre cette sous-préfecture et le bassin lacustre de Mien-tien. On y observe plusieurs gîtes fossilifères caractéristiques. L'ensemble est fortement plissé avec direction générale des axes N. N. E. susceptible d'inflexions locales N. S. assez fréquentes, comme le montre la carte géologique.

Coupe d'A-mi-tchéou aux bergeries d'I-wan-tchai. — Le sentier que l'on peut suivre pour observer la série des terrains s'élève sur des pentes complètement dénudées, ravagées par les eaux sauvages et creusées de barrancos très nombreux. Les couches sont très plissées (fig. 62 atlas) ; malgré cela la succession des horizons se laisse bien établir :

t_{I} Marnes fissiles rouges et jaunes, se délayant dans l'eau, pulvérulentes lorsqu'elles sont sèches.
$t_{,,,}$ Grès grossiers en plaquettes, avec minces bancs de phtanites intercalés.
$t_{,,}a$ Masse de calcaires gris ou bleus jaunissant par altération superficielle, en général assez écrasés.
$t_{,,}$ Calcaires bleus marneux jaunissant par altération et se délitant en dalles.
t,a Grès grossiers gris en plaquettes avec cordons de phtanites.
t, Schistes marneux bariolés avec intercalations gréseuses.

La série du Trias moyen est ici complète, seulement on ne voit pas la partie inférieure de t, et de t_{I} à t_{II}.

Près d'I-wan-tchai, j'ai observé dans les schistes marneux bariolés à intercalations gréseuses, niveau équivalent aux schistes versicolores de Ien-fen-tchouang de M. Lantenois les espèces suivantes :

Lingula sp. (cf. *metensis* Terq.) ?
Myophoria Szechenyi Loczy
Pleurophorus sp.
Pseudomonotis sp. (?)

L'horizon t,a formé de grès, se brisant en plaquettes offre des intercalations de quartzites d'origine secondaire et des cordons siliceux de phtanites noirs. Cet horizon très constant et que nous reverrons dans toutes les coupes intercalés entre les calcaires $t_{,,}$ et les schistes marneux bariolés t, est complètement dépourvu de toute trace de fossile. Ici, une remarque importante s'impose : au-dessus des calcaires

$t_{,}$, un nouvel horizon de grès semblables, avec cordon de phtanites s'intercale entre les calcaires et l'horizon t_1 à *Pseudomonotis illyrica* ; je l'ai noté $t_{,,,}$. Il est aussi très constant. Ces deux horizons de faciès très semblable, placés l'un au-dessus, l'autre au-dessous de la masse des calcaires m'ont causé au début, dans cette région très plissée, beaucoup d'ennui dans le déchiffrage de la série stratigraphique avant que j'aie pu me rendre compte que j'étais en présence de deux horizons différents.

La masse des calcaires débute par une série de calcaires bleus marneux qui jaunissent par altération en devenant pulvérulents ; les fossiles s'y détachent alors en saillie sur les grandes dalles que forme le calcaire en se délitant. De minces bancs siliceux s'intercalent entre les bancs calcaires. J'y ai recueilli :

Leda sp.
Myophoria Szechenyi Loczy
Myophoria sp. (1)
Hoernesia sp.
Caenothyris vulgaris Schloth.
Hologyra sp. (2)
Encrinus cf. *liliiformis* Lam.

Au-dessus vient l'horizon $t_{,,}$ formé de grès gris en plaquettes avec intercalations de phtanites, comme je l'ai indiqué plus haut, il est très analogue comme faciès lithologique à t,a. Je n'y ai jamais non plus trouvé de fossiles.

L'horizon t_1, offre à l'E. d'I-wan-tchai beaucoup de points fossilifères, mais malheureusement l'écrasement des schistes déjà très meubles est souvent trop considérable pour permettre de donner de bonnes listes de fossiles. J'ai recueilli un peu avant la traversée de la haute barre calcaire arrondie au-delà de laquelle commence la grande descente sur A-mi-tchéou :

Pseudomonotis cf. *illyrica* Bittner
Myophoria radiata Loczy
Pecten sp.
Avicula Bronni Alb. (3)

Coupe aux environs de san-té-pé. — A l'ouest de la coupe précédente on observe une bonne série, très intéressante par son double pli ; elle offre des exemples de refoulements remarquables et les marnes schisteuses t_1 avec leurs intercalations gréso-marneuses sont curieusement écrasées et plissotées. La fig. 63 (atlas) montre le double déversement du synclinal. A l'est d'I-wan-tchai les grès grossiers gris et leurs bancs de phtanites t,a plongent *sous* les schistes marneux bariolés $t_{,}$. Une faille qui occasionne une faible dénivellation, sans interrompre vraiment la série supprime une partie de t,a et de $t_{,,}$. Les calcaires $t_{,}$ très écrasés et plissés plongent à leur tour dans le flanc E. renversé du synclinal sous t,a et $t_{,,,}$ qui plonge de même sous $t_{,,}$. Le village de San-té-pé, se trouve sur les calcaires $t_{,,}$. Enfin à 200 m. à l'E. de San-té-pé, on aborde la série schisto-marneuse rouge et jaune t_1 extraordinairement écrasée ; j'y ai recueilli, à 300m. environ de San-té-pé dans les collines arrondies que traverse le sentier de Ngan-pien-chao à A-mi-tchéou un très grand nombre de fossiles, malheureusement le plus souvent très écrasés et par suite difficilement déterminables ; cependant des échantillons en bon état ont laissé reconnaître :

Pecten sp.
Daonella cf. *indica* Bittner
Pseudomonotis cf. *illyrica* Bittner
Myophoria radiata Loczy
Myophoria Szechenyi Loczy
Hœrnesia intermedia Mansuy

Outre la position des couches qui surmontent, dans les conditions normales, les calcaires fossilifères du calcaire à *Cœnothyris vulgaris*, la faune des marnes gréseuses t_1 les place bien à la partie supérieure du Trias moyen.

Le sentier de A-mi-tchéou à Ngan-pien-chao traverse presque transversalement l'affleurement des couches t_1 et au-delà à l'ouest par suite du double déversement des flancs du synclinal elles plongent de nouveau sous les grès $t_{,,,}$ surmontés en série renversée par les calcaires $t_{,}$ qui renferment en divers points :

Daonella indica Bittner
Leda sp.
Nucula cf *excavata* Bittn.
Cassianella sp.
Amusium sp.
Myophoria Szechenyi Loczy
Encrinus liliiformis Lam.

les calcaires sont extrêmement plissés (fig. 63, atlas).

---

(1) Débris que l'on peut peut-être rapprocher de *M. curvirostris* Schl.
(2) A rapporter à *H. declivis* déjà reconnu par M. Douvillé dans les échantillons recueillis par M. Leclère.
(3) Ce fossile est très fréquent dans de nombreux gisements et identique à l'espèce européenne.

Coupe a l'O. de Ngan-pien-chao et alentours de cette localité. — Les environs de Ngan-pien-chao offrent de multiples affleurements de Trias moyen. Une bonne coupe peut être relevée à l'est du petit lac qui se trouve au S. du village ; les terrains sont fortement plissés comme partout autour de Ngan-pien-chao. Depuis le petit lac jusqu'au pont sur le sentier qui mène à San-té-pé on recoupe plusieurs fois les mêmes formations par suite de l'existence d'étroits et longs plis synclinaux et anticlinaux parallèles (fig. 64 atlas). Sur la rive orientale du petit lac les grès $t_{,,}$ sont plissés en synclinal déversé vers l'E ; de nombreux petits ravins permettent de les étudier en détail ; de teinte grise généralement foncée, durs, se brisant en plaquettes, ils sont remplis d'intercalations quartziteuses irrégulières formées par des concentrations siliceuses secondaires. Derrière les collines qui forment la rive est du lac les calcaires $t_{,,}$ marneux alternant avec des bancs gréseux plongent normalement sous l'horizon gréseux. Ils alternent avec des marnoschistes calcareux. On y trouve des dalles couvertes de fossiles en saillie, un gisement riche se trouve sur le revers opposé au lac, sur le sentier même de San-té-pé. On y recueille :

Leda sp.
Nuculana cf. *excavata* Bittner
Amusium sp.
Myophoria cf. *Szechenyi* Loczy
Hœrnesia sp.
Avicula cf. *Bronni* Alb.
Daonella indica Bittner
Trochus cf. *glandulus* Laube ?
Encrinus liliiformis Lam.
Bryozoaires indét.

Les mêmes terrains sont largement développés autour de Ngan-pien-chao ; sur la descente vers Lin-ngan on traverse la série des terrains de t_1 à $t_{,,,}$ plissés en anticlinal et synclinal et butant contre les calcaires verticaux du Carboniférien supérieur par l'intermédiaire d'une faille importante.

Dans la montée de Ien-seu-tong à Lo-se-tang on coupe au-dessous de ce dernier village le prolongement de la faille précédente qui met en contact le Trias moyen et le calcaire ouralien ; entre la faille et une autre moins importante qui passe un peu à l'est de Lo-se-tang passent les assises précédemment étudiées mais dans un état de dislocation poussée au dernier degré, de sorte que les contacts anormaux multipliés interdisent d'établir la moindre série normale. A Lo-se-tang même, autour du village qui s'élève sur les calcaires $t_{,,}$ bleus, généralement altérés fortement et prenant leur teinte jaune caractéristique on trouve :

Myophoria radiata Loczy
Myophoria cf. *Szechenyi* Loczy
Hœrnesia sp.
Daonella indica Bittner
Naticopsis sp.
Hologyra sp. (cf. *declivis* Kitt.)
Trochus sp. (cf. *glandulus*) Laub.
Promathildia sp.
Delphinulopsis cf. *Cainali* Stopp.
Encrinus liliiformis Lam.
Bryozoaires indét.
Annélides indét.

Entre Lo-sé-tang et Ngan-pien-chao le chemin circule en majeure partie dans la même formation et en beaucoup de points on peut recueillir les mêmes fossiles.

Trias moyen dans la région du lac de Tsin-chouéi-tang. — Les mêmes formations s'étendent dans la région du lac de Tsin-chouéi-tang où elles s'observent faisant suite au Trias inférieur. La carte géologique montre suffisamment l'allure des affleurements sans que j'ai besoin d'insister, la description au point de vue tectonique devant du reste préciser.

Les schistes jaunes gréso-marneux t_1a et leur passage aux formations similaires t_1 sont bien représentés dans la région de Tsin-chouéi-tang, à l'ouest du lac du même nom, où ils reposent sur les psammites t_1 du Trias inférieur discordantes, comme nous l'avons vu, sur les basaltes du Permien supérieur. Le village de Tsin-tchouéi-tang s'élève sur les schistes marneux t_1 pourvus d'un pendage O. S. O. et d'une direction N. N. E. Sur eux vers l'extrémité sud du lac repose l'horizon $t_1 a$ des grès gris en plaquettes sans fossiles. Dans t_1 les fossiles sont mal conservés J'y ai pourtant reconnu en divers points :

Lingula Metensis Terq.
Myophoria Szechenyi Loczy
Plenrophorns sp.

t_1a supporte les calcaires t_1, marneux à la base, avec intercalations gréseuses et contenant :

Avicula Bronni Alb. — *Nucula* cf. *excavata* Goldf.
Leda sp. — *Myophoria Szechenyi* Loczy

Près de Hai-ouéi, à la sortie du lac au sud, passent les calcaires bleus t_1, a compacts, à pendage vertical, formant l'axe d'un synclinal et contenant :

Daonella indica Bittner — *Avicula Bronni* Alb.
Hoernesia sp. — *Trochus* sp. aff. *glandulus* L.
Myophoria radiata Bittner — *Caenothyris vulgaris* Schloth.
Myophoria Szechenyi Loczy

L'horizon t_1 n'existe pas, ayant été enlevé par l'érosion dans cette bande d'affleurements.

Entre la bande précédente et Ngan-pien-chao, la même série se répète de nouveau ; un axe anticlinal passant par Kou-tcha fait apparaître largement la série des horizons t_1, t_1, t_1a avec les mêmes caractères lithologiques et la même faune. Il me paraît donc complètement inutile d'insister.

Dans toute la région occupée par le Trias moyen à l'O. d'A-mi-tchéou, la topographie offre des formes douces, des sommets élevés, cotant 2.000 m. au plus, mais arrondis, sans traits brusques ; les calcaires sont recouverts d'une grande abondance de terre rouge et portent surtout des pins comme végétation ; les points d'absorption des eaux y sont nombreux, de même que les dolines dont celle de Kou-tcha (fig. 155 atlas) est un exemple.

Nulle part à l'ouest d'A-mi-tchéou, dans la région de Ngan-pien-chao ou du lac de Tsin-chouéi-tang on ne voit les couches supérieurs à l'horizon t_1, c'est-à-dire les horizons de passage au Trias supérieur qui, de même que ce dernier, ont été enlevées dans leur totalité par l'érosion.

Le Trias moyen au nord et au sud d'A-mi-tchéou

Nord d'A-mi-tchéou. — Environs de Lan-ni-pé. — Au N. d'A-mi-tchéou les relations stratigraphiques des divers horizons sont considérablement embrouillées, par suite des recourbements constants des strates et les renversements sont fréquents, le pendage d'une même couche se faisant tantôt à l'E, tantôt à l'O., et en général voisin de la verticale. Ce sont les terrains que nous avons étudiés entre I-wan-tchai et A-mi-tchéou qui se poursuivent ici, mais la partie inférieure n'est plus visible, car entre Lan-ni-pé et A-mi-tchéou elle finit en biseau contre la faille qui jalonne la vallée d'A-mi-tchéou. Les calcaires t_1, et les horizons t_1,, et t_1 parviennent dans la région de Lan-ni-pé complètement relevés ou presque (1). J'ai relevé la coupe suivante avant Lan-ni-pé, un peu après le passage du ravin que traverse à gué le chemin d'A-mi-tchéou à Kwéi-tien avant de s'élever sur la haute croupe arrondie qui forme l'éperon du confluent du Lin-ngan-ho et du Pa-ta-ho.

(1) M. Lantenois a bien reconnu la position des grès et schistes marneux de Lan-ni-pé au-dessus des calcaires massifs. En effet, il s'exprime ainsi..... « Des observations précédentes, je rapproche celles que j'ai faites dans mon itinéraire de Tsin-chouéi-tang à Kouéi-tien, Lan-ni-pé et A-mi-tchéou. J'ai traversé successivement des calcaires compacts blancs (Tsin-chouéi-tang) ensuite des calcaires associés à des bancs schisteux lesquels sont devenus graduellement de plus en plus nombreux à mesure que je me suis approché de Lan-ni-pé, jusqu'à ce que le facies gréso-schisteux fut de nouveau prédominant. Comme j'ai marché dans une direction presque parallèle à celle des strates et comme le pendage était variable, parfois vertical, j'ai mal suivi les relations stratigraphiques des couches. Mon impression est simplement d'avoir traversé, avant d'atteindre les grès et schsistes proprement dits de Lan-ni-pé, le même faisceau de couches schisto-calcaires que j'ai reconnues entre A-mi-tchéou et Pou-tchao-pa. Si cela est et si vraiment les couches ne sont dérangées par aucune faille importante entre A-mi-tchéou et Tsin-chouéi-tang, il faut admettre que les terrains schisto-gréseux dits de Lan-ni-pé représentent le niveau supérieur du Trias moyen et les calcaires et schistes de Kouei-tien le niveau inférieur du Trias supérieur » Il est très vrai que l'horizon de Lan-ni-pé appartient au Trias moyen et a la partie supérieure de cet étage, mais entre lui et les calcaires situés au S. de Kouei-tien s'intercalent dans la série stratigraphique une série de niveaux marquant le passage au Trias supérieur, formant mon terme t_1 et que M. Lantenois n'a pu voir puisque dans la région de Lan-ni-pé une faille puissante sépare le Trias moyen du Trias supérieur et supprime une grande partie de ce dernier

t_1 Grès jaunes et rouges et marnes de même teinte pulvérulentes très fines souvent un peu gréseuses, très fissiles.

$t_{1,3}$ Grès grossiers en plaquettes grisâtre avec intercalations de grès jaune à la partie supérieure.

$t_{1,a}$ Calcaires bleus un peu marneux écrasés,

La fig. 65 de l'atlas montre cette coupe qui est très nette et exprime bien le passage des assises. Les calcaires $t_{1,}$ *a* sont extrêmement contournés et écrasés ; les fossiles en très mauvais état sont :

Daonella indica Bittner
Myophoria radiata Loczy
Trochus glandulus Laube
Pseudomelania sp. (cf. *nodosa*)
Bryozoaires indét.
Annélides indét.

Dans l'horizon t_1 M. Lantenois a cité déjà de Lan-ni-pé :

Daonella indica Bittner
Myophoria Szechenyi Loczy
Gervillia sp.

J'ajouterai :

Myophoria radiata Loczy
Pseudomonotis cf. *illyrica* Bittner
Gervillia intermedia Mansuy
Avicula Bronni Alb.

Sud d'A-mi-tchéou. Coupe d'A-mi-tchéou a Touan-tchai. — Au sud d'A-mi-tchéou sur la route de Touan-tchai (route de Mong-tseu) j'ai reconnu le Trias moyen avec un beau développement; les plissements qui l'affectent sont intenses et les contacts anormaux fréquents (fig. 82 atlas).

Une première bande de terrains formés par les calcaires $t_{1,}$ vient buter dans la région d'A-mi-tchéou contre la fracture qui forme la plaine d'A-mi-tchéou. Elle se dirige ensuite vers le S. S. O. et se confond à l'ouest avec les vastes affleurements similaires qui forment la masse montagneuse séparant la dépression fracturée d'A-mi-tchéou de celle qui borde au N. E. le massif de Ko-tiéou. Les calcaires sont généralement assez laminés et les fossiles en mauvais état bien que l'on y reconnaisse dans divers gisements les fossiles caractéristiques déjà cités.

A 2 km. au sud du village de Nan-tchai, au point où le chemin muletier d'A-mi-tchéou à Mong-tseu s'élève brusquement au sortir de la plaine sur un éperon, on constate ici encore la succession suivante entre la montée et le poste militaire ;

t_1 .....

7	Grès jaunâtre fin.....	10m.
6	Schistes marneux roses fissiles fossilifères.....	20m.
5	Banc calcaire mince.....	5m.
4	Schistes marneux roses lissiles fossilifères.....	10m.
3	Banc calcaire mince.....	5m.
2	Grès marneux fin rose fissile.....	40m.
1	Schistes marneux roses fissiles, en lits minces alternant avec des bancs gréso-marneux de quelques mètres fossilifères.....	30m.

$t_{1,3}$ Grès gris en plaquettes avec minces rubans de phtanites très disloqués.

$t_{1,a}$ Calcaire très disloqué et écrasé.

J'ai recueilli de bons échantillons de fossiles dans les niveaux 1, 4, 6 du terme t_1. Je citerai comme bons gisements fossilifères celui qu'on observe au bord même du chemin là où il est en tranchée, à 200m. du sommet de la montée. Un autre assez riche en individus s'observe près du poste militaire ordinairement sans garnison, qui se trouve sur la crête près d'un petit étang. Dans ces divers points on trouve :

Lingula subelliptica Mansuy
Daonella indica Bittner
Amusium sp.
Pecten sp.
Pseudomonotis cf. *illyrica* Bittner
Avicula Bronni Alberti
Myophoria radiata Loczy
Myophoria Szechenyi Loczy

Les schistes marneux t_1 et les grès intercalés forment une bande épaisse qui se prolonge au N. E ; vers Ta-t'a, ils sont limités par une faille, au S. Ils disparaissent sous les dépôts pléistocènes et récents de la plaine d'effondrement lacustre de Mong-tseu.

Le Trias moyen autour de Mong-tseu

Autour de la plaine de Mong-tseu, le Trias moyen joue un rôle assez important dans l'ossature des monts. C'est surtout la masse des calcaires moyens qui affleure partout et les horizons t, et t_1 manquent généralement. La région est hachée par de puissantes fractures entre lesquelles le Trias est effondré en compartiments amenés au niveau d'horizons paléozoïques, et surtout de l'Artinskien ou de l'Ouralien.

Massif de Ko-tiéou — M. Lantenois avait admis que le massif de Ko-tiéou devait être entièrement formé par le Trias moyen ; nous avons vu déjà que les calcaires ouraliens et permiens en forment une grande part. Les calcaires triasiques y forment deux bandes limitées par des fractures, l'une près de Tsi-kay, très écrasée et contournée, l'autre au sud de Mong-tseu où elle est enserrée comme l'indique la carte, entre deux fractures N. N. E. la route de Man-hao les traverse. J'y ai observé localement de mauvais échantillons écrasés de *Daonella indica* Bittner. Près de Sin-chiem affleurent localement les grès $t_{,,,}$.

Je dois avouer que je ne partage pas la manière de voir de M. Lantenois qui considéra comme légèrement métamorphisés les terrains triasiques au S. de Mong-tseu. J'ai déjà indiqué mes raisons antérieurement (V. p. 45).

Bordure orientale du bassin de Mong-tseu. — Le Trias moyen, profondément disloqué plaqué par l'intermédiaire d'une fracture puissante contre les terrains primaires, forme une ligne de hauts sommets bordant le plateau paléozoïque de l'Eul-lo-chann et du Wou-tchan-chann. Les calcaires $t_{,,}$ forment la presque localité des affleurements et localement pincés dans des charnières aiguës, on trouve de petits lambeaux des grès $t_{,,,}$ ou $t_{,,}$ ou des paquets écrasés de schistes marneux t_1 noirâtres ou jaunes. On ne trouve pas de continuité entre ces assises par suite des laminages ou des failles qui les découpent. La ligne ferrée traverse plusieurs lambeaux schisteux gréso-marneux, tel celui du N. de Tche-tsouen (Mi-la-ti), entre cette station et 'He-long-tane (Dragon noir) et les multiples lambeaux le long de la plaine de Mong-tseu. Ces affleurements, jouent en général en été un rôle très mauvais pour la ligne ferrée ; les schistes complètement écrasés, contournés n'ont aucune cohésion et les tranchées qui y sont ouvertes s'effondrent sur la voie à chaque pluie occasionnant des coupures fâcheuses, malheureusement réitérées.

Devant cet état de dislocation on doit renoncer à chercher des séries continues. Les gisements de fossiles sont assez nombreux dans les calcaires $t_{,,,}$; dans les horizons gréseux et schistomarneux l'écrasement a supprimé toute trace déterminables. Dans les calcaires, j'ai trouvé près de Pi-ché-tchai :

Cœnothyris vulgaris Schloth.
Hærnesia sp. indt.
Encrinus liliiformis Lmk.

Sur la route de Kai-'hoa, dans le calcaire gris au premier col à l'E. de Mong-tseu ; M. Leclère a recueilli des fossiles dans lesquels M. Douvillé a reconnu les espèces suivantes :

Naticopsis (Hologyra) declivis Kittl.
Delphinulopsis Caiuali Stoppani (ou *vernelensis)* Kittl.
Undularia cf. *Escheri* (ou cf. *pachygaster* Kittl.).
Trochus cf. *glandulus* Laube
Pseudomelania uodosa.
Cladophyllia sp.
Encrinus liliiformis Lmk.

Dans la région de Pi-che-tchai les plissements dans les calcaires sont très nets et puissants ; de la plaine on les voit dessiner leurs contournements sur la pente rapide des hautes crêtes qui la surplombent.

Autour de Ta-tchouang le Trias moyen se présente avec une grande puissance. Il forme un anticlinal dont l'axe est dirigé N. E. et qui est brusquement coupé derrière la vallée de Hé-ou-tchin dans le Léi-kong-chang par une faille transverse à l'axe du pli qui applique la section de celui-ci contre le Permien inférieur calcaire. J'analyserai dans la partie tectonique cette structure assez compliquée.

L'axe de l'anticlinal est occupé par les grès t,a jaunes, un peu sableux, alternant avec les plaquettes gréseuses grises vues ailleurs déjà, le chemin qui va de Jang-kan-tchai près de la halte de Ta-tchouang sur la ligne ferrée à Hé-ou-tchai par Ouang-pé-pé circule pendant un certain temps dans l'axe de l'anticlinal, sur les grès visibles grâce à l'érosion qui a enlevé les calcaires dans la clef de voûte. De part et d'autre de l'axe les calcaires massifs apparaissent, formant les flanquements de l'anticlinal qui est normal ; des bancs calcaires se montrent d'abord intercalés dans les grès t,a, bancs qui peu à peu augmentent d'importance et l'on passe ainsi à la masse des calcaires compacts $t_{,,}$. Les premiers bancs calcaires sont marneux ; ils sont très faciles à étudier entre Ouang-pé-pé et Hé-ou-tchin où ils forment des dépressions sans écoulement remplies d'eau. Les coupes de la fig. 77 (atlas) montrent deux sections parallèles de cet anticlinal.

Les grès t,a sont dépourvus de fossiles, mais les calcaires marneux offrent de très nombreux gisements autour de Ouang-pé-pé et sur le chemin muletier qui gagne Hé-ou-tchin. Les calcaires massifs bleuâtres et gris surmontant les calcaires marneux descendent avec un pendage modéré vers le N. O. et viennent buter par faille contre le Trias supérieur de Ni-ou-ke. M. Lantenois les a observés près de Ta-tchouang et y a bien vu le prolongement S. O. de la faille en question (1).

Les calcaires marneux se délitant en dalles m'ont donné autour de Ouang-pé-pé et de Hé-ou-tchin :

Myophoria sp. (2).
Myophoria Szechenyi Loczy (très abondante).
Myophoria radiata Loczy (très peu abondante).
Nuculana aff. *excavata* Bittner
Trochus sp.
Naticopsis indt.
Cassianella sp. indt.
Avicula cf. *Bronni* Alb.
Terquemia (Ostrea) difformis Goldf. (fragments paraissant bien se rapporter à cette espèce).
Scalaria ou *Worthenia* sp. indt.
Annélides indt. (tubes serpuliformes).

Dans les calcaires massifs M. Lantenois signale de Ta-tchouang :

Daonella indica Bittner

J'y ai recueilli, à l'O. de Ouang-pé-pé de mauvais échantillons écrasés de *Caenothyris vulgaris* et d'*Encrinus liliiformis*. Au microscope, j'ai reconnu la présence de Gyroporelles dans les calcaires.

L'anticlinal est traversé par une cluse extrêmement profonde au N. E. de Ouang-pé-pé, creusée par le torrent de Hé-ou-tchin. Le sentier qui monte de ce village vers le col de Tou-pi (chemin de Ma-tche-tchao) s'élève en lacets particulièrement dangereux sur le revers septentrional de la vallée qu'il surplombe d'une hauteur considérable en offrant par endroits des à-pics verticaux de 400 m. dans les calcaires massifs $t_{,,}$, où il est fort ennuyeux d'être obligé de faire passer une caravane, surtout en temps de brouillard assez fréquent dans cette haute chaîne ; mais d'autre part la hauteur de ce flanc de vallée abrupt fournit une excellente coupe de l'axe même de l'anticlinal et on observe beaucoup plus facilement qu'ailleurs le passage graduel des couches les unes aux autres (Voir la figure 66 atlas). Du bas de la montée au sommet j'ai relevé le détail suivant :

$t_{,,a}$	Masse de calcaires bleus ou gris (la partie supérieure n'est pas visible).	200 m au minimum
$t_{,,}$	Calcaires marneux gris-bleuâtres jaunes par altération	30 m
t,a	Grès gris en plaquettes et grès jaunes grossiers	25 m
	Banc de calcaire pétri d'articles de Crinoïdes	8 m
	Grès gris et grès jaunes	20 m
	Banc de calcaire gris pétri d'articles de Crinoïdes	5 m
$t,$	Grès et schistes jaunes entremêlés (la partie inférieure n'est pas visible).	

(1) Ceci est bien exprimé dans le passage suivant (op. cit.) : « J'ai pu, en allant d'A-mi-tchéou à Ta-tchouang, observer en un point le contact direct des deux formations. J'ai constaté alors que les strates gréso-schisteuses étaient coupées à angle droit, comme à l'emporte-pièce par les calcaires gris-bleu du Trias moyen ». Ce fait est très visible près de la gare même de Ta-ta où la faille est évidente dans la paroi rocheuse.

(2) Quelques empreintes défectueuses, usées, d'une Myophorie qui paraît se rapporter à *M. lavigata* Goldf.

Dans les bancs de calcaires gris intercalés dans les grès les articles de Crinoïdes forment le fond de la roche. Quelques articles en bon état offrent des formes d'*Encrinus liliiformis* de petite taille, lobés, répondant absolument à celles qu'a décrites Goldfuss (1) et que Loczy a signalées dans le Trias de Tchong-tien (Yun-nan occidental), formes rappelant l'aspect de petits Pentacrines.

Dans les calcaires marneux t_{II}, j'ai recueilli des échantillons assez mauvais de :

Myophoria Szecheuyi Loczy
Avicula Bronni Alb.
Nuculana (probablement aff. *excavata*) Bittner
Naticopsis indt.
Annélides (tubes serpuliformes).

La partie supérieure des calcaires massifs s'est montrée très pauvre en fossiles. Je n'y ai trouvé que des échantillons écrasés et rares de :

Daonella indica Bittner
Naticopsis sp.
Cladophyllia sp.
Encrinus liliiformis Lmk.

Les calcaires forment la partie supérieure de la haute crête calcaire du Léi-kong-chann alignée N. O.-S. E.

L'ensemble de l'anticlinal est affecté de plissements secondaires formant des contournements très accusés. J'ai observé dans la montée de Hé-ou-tchin à la crête, des brèches d'écrasement locales.

Dans la coupe précédente on n'observe pas les horizons supérieurs aux calcaires massifs t_{II}. Mais sur la même route, entre le col de Tou-pi et Ma-tche-tchao, près de Hou-li-tchéou la superposition des grès t_{III} aux calcaires et des marnes et grès marneux schisteux t_I à *Pseudomonotis illyrica* à ces derniers s'observe nettement dans le ravin au N. de Tou-pi, ravin dans lequel passe une faille qui met en contact le terme t_{VII}, qui termine le Trias supérieur par une épaisse masse de grès, avec les calcaires bleus t_{III}.

Le Trias moyen des plateaux de Tchong-ho-yun et Ta-hu-tchai

A 60 km. environ à l'E. d'A-mi-tchéou le Trias moyen forme de vastes plateaux effondrés en échelons vers le N. O. c'est-à-dire vers l'axe de la vallée du Pa-ta-'ho. Cette région de plateau est complètement encadré par de grandes fractures qui la mettent en contact d'une part avec la vaste région de calcaires ouraliens et permiens du Ma-téou-chann, de l'autre avec la bande de calcaires permiens qui la séparent de la région triasique du Pa-ta-'ho. Des failles enfoncent des coins de Trias moyen dans la masse des calcaires paléozoïques; ainsi les affleurements qui vont de Tchong-ho-yun à Té-la-ki par Hou-pou-pé, forment une bande etroite de Trias moyen effondré entre deux failles qui se rejoignent au S. O. de Te-la-ki en enfermant ainsi le Trias moyen entre des parois de calcaire permien. Dans toute cette région, de Tchong-ho-yun à Pou-la-mi, autour de Sin-tien, Ta-li-tang, Mo-lou, I-tai-le, Ta-hu-tchai, le Trias est uniquement formé par les calcaires t_{II}, prédominants, formant de vastes étendues peu accidentées, sculptées en basses collines arrondies, coupées de fractures qui les effondrent progressivement vers le N. O. et qui permettent à d'étroits bandes de grès t_I et aussi aux couches schisteuses marno-gréseuses de passage du Trias inférieur au Trias moyen d'affleurer (V. carte géologique). Cet ensemble est très plissé, mais l'érosion a presque complètement décapité les plis en aplanissant la région.

Cette région de calcaires triasiques est criblée de cuvettes sans écoulement, de gouffres, de ravins avec pertes. Le très joli lac de Kiou-tzai établi le long de la fracture qui fait buter le plateau triasique de Ta-hu-tchai contre la masse des pitons paléozoïques est établi sur les calcaires marneux de la base des calcaires massifs t_{II}.

Dans toute cette région, j'ai trouvé des gisements fossilifères dans les calcaires ; gisements généralement très peu riches, irrégulièrement distribués.

(1) Goldfuss : *Petrefacta Germaniae*, I Theil, p, 177, Taf. LIII Fig. 5.

Une coupe intéressante dans cette vaste zone monotone est celle du synclinal de Sin-tien effondré le long de la fracture qui limite au N. O. la région du Trias moyen : un niveau de charbon, du reste cendreux, s'intercale dans les grès t,a. Les termes observés sont :

$t_{,,}$ Calcaire bleu comprimé en dalles, occupant l'axe du synclinal, à *Caenothyris vulgaris* Schl., *Nuculana* sp., *Spiriferina* sp. (probablement *subfragilis* Loczy, impossible à dégager du calcaire très dur), articles d'*Encrines*.

t_1a-t, Grès grossier, rempli de rognons de limonite tellement abondants qu'ils forment un véritable minerai ; deux bancs très irréguliers, mal réglés, d'un mauvais charbon cendreux, diffus dans le grès. La base des grès est invisible, ces derniers butant par faille contre la falaise calcaire permienne.

Le Trias moyen entre la grande faille de bordure du Ming-kien-chann et la fracture d'A-mi-tchéou, Pong-pou, Tchou-yuen.

On retrouve à l'E et au N. E. d'A-mi-tchéou des bandes de Trias moyen participant aux plissements très complexes de la région du Pa-ta-'ho, et accompagnant le Trias supérieur dans les bandes plissées. Le Trias moyen se présente ici dans des conditions tectoniques généralement des plus complexes, souvent en série renversée chevauchant le Trias supérieur.

La carte géologique indique une première bande formée d'une série d'écailles et de plis couchés vers le sud-est dans laquelle interviennent les horizons $t_{,,}$ $t_{,,,}$ et t_1 avec les couches de passage au Trias supérieur.

Deux autres affleurements en relations avec des accidents tectoniques s'observent entre Lo-pou et Cha-kou-lou.

Une autre bande limitée au S. E. par un pli-faille orienté N. E. s'observe dans le Tsouéi-wéi-chann.

Enfin une zone d'affleurements importantes, faisant partie d'un pli couché de grande amplitude charrié à l'état de nappe sur le Trias supérieur s'observe à l'E. de Pong-pou et de Tchou-yuen, pourvue également d'une orientation N. E. Toutes ces bandes plissées sont coupées brusquement par la grande cassure Mi-leu A-mi-tchéou.

Bande plissée d'A-mi-tchéou aux environs de Che-ngai-tchai par Ma-tche-tchao et Ta-yao-tchai. — Les terrains triasiques moyens qui appartiennent à cette bande sont le prolongement direct de ceux que nous avons étudiés entre A-mi-tchéou et Touan-tchai, mais ici le Trias supérieur vient s'y superposer, tandis qu'à l'ouest de la faille d'A-mi-tchéou le Trias supérieur n'est jamais représenté. Je ne multiplierai pas ici les descriptions de coupes, la région étant beaucoup trop disloquée pour qu'on vienne y choisir de bons exemples de séries suivies. Cette bande est composée d'une série d'écailles poussées les unes sur les autres, de plis couchés vers le sud-est dans lesquels les étirements provoquant des contacts anormaux sont presque la règle. Je m'étendrai au contraire sur ces accidents en traitant de l'architecture du sol yunnanais.

Les calcaires massifs $t_{,,}$ jouent un rôle important dans toute cette bande ; ils y sont souvent laminés et transformés en bancs épais de calcschistes gondolés où les fossiles sont complètement écrasés et indéterminables. M. Lantenois crut dans cette région devoir considérer la puissante masse des calcaires du plateau de Ma-tche-tchao (ou Ma-che-kai) comme terminant la série du Trias supérieur, et ceci au premier abord paraît bien être la solution qui s'impose, puisque de Ma-tche-tchao à Tse-tsou toute la série offre un pendage O. ou N. O. selon les inflexions locales des axes ; mais ce n'est qu'une fausse apparence due au renversement général des plis vers le sud-est et la coupe fig. 85 (atlas) montre ce chevauchement des calcaires du plateau de Ma-tche-tchao, anormalement superposés aux horizons qui leur sont stratigraphiquement supérieurs.

Dans toute la région de Ma-tche-tchao affleurent les calcaires massifs, bleuâtres, blancs ou gris souvent zonés, généralement fortement laminés. M. Mansuy y a recueilli *Coelostylina* sp. J'y ai trouvé moi-même en divers points de mauvaises *Daonelles* écrasées avec des échantillons de *Caenothyris vulgaris* déformés.

Comme le montrent la fig. 85 (atlas) et la carte, l'horizon des grès $t_{,,,}$ et les schistes jaunes marneux t_{I} forment plusieurs bandes parallèles pincées dans des synclinaux calcaires renversés autour de Ma-tche-tchao. J'y ai trouvé beaucoup de fossiles et recueilli, en échantillons abîmés, à peu près toute la faune inhérente à l'horizon t_{I} et énumérée précédemment dans d'autres gisements.

Entre Ya-ma-tchai et Tse-tsou, on observe un intéressant passage du Trias moyen au Trias supérieur dans une série complètement renversée (fig. 70 atlas). On y observe en rétablissant l'ordre normal des termes :

Passage du trias moyen au trias supérieur...	t_{IV}	Schistes bruns manganésifères à *Trachyceras costulatum* Mansuy
	t_{III}	Calcaire marneux noirâtre à *Trachyceras Deprati* Mansuy, *T. Douvillei* Mansuy, *T. sinense* Mansuy, *Clionites Zeilleri* Mansuy .
Trias moyen.....	t_{II}	Epaisse masse de grès à *Myophoria inæ quicostata* Klipst.
	t_{I}	Schistes marneux et grès marneux jaunes ou rougeâtres à *Pseud. illyrica* Bittner
	$t_{,,,}$	Grès gris en plaquettes.
	$t_{,,a}$	Partie supérieure des calcaires massifs.

L'horizon t_{I} m'a fourni de bons fossiles bien conservés avant la grande descente sur Tse-tsou, en haut de la montée après Ya-ma-tchai :

Daonella indica Bittner
Pseudomonotis illyrica Bittner
Myophoria radiata Loczy
Pecten sp.
Avicula Bronni Alberti

L'horizon t_{II} offre une épaisseur minima de 150m. et une alternance de couches variées, comprenant deux niveaux de charbon. La série normale donne :

t_{II}.....	11	Banc marneux à *Nucules*.....	6m.
	10	Masse de grès sableux très friable, de teinte grise à débris de plantes.....	30m.
	9	Banc de grès schisteux à débris de plantes, à *Pleuromya* sp.....	3m.
	8	Masse de grès sableux gris friable à débris de plantes.....	30m.
	7	Grès friable un peu schisteux à *Nucula* et *Pleuromya* sp.....	6m.
	6	Grès grossier à débris de plantes.....	15m.
	5	Charbon mélangé de grès schisteux sableux.....	1m.
	4	Grès grossier à débris de plantes.....	40m.
	3	Couche charbonneuse mélangée de marne.....	1m.
	2	Calcaire très marneux à *Nucules*.....	12m.
	1	Grès grossier sableux à *Myophories*.....	7m.

L'horizon de base offre de beaux échantillons de grosses *Myophoria inaequicostata* Klipst, qui y sont excessivement abondantes et bien conservées. Cette forme de St Cassian est intéressante à trouver ici. On y recueille également *Traumatocrinus perforatus* Mansuy et *Taucredia* sp.

Le niveau nº 2 renferme en abondance de petites *Nucules*, qui, par endroits, remplissent littéralement le banc en compagnie de petites *Avicules*. Ni les unes, ni les autres ne sont déterminables malheureusement.

Les horizons charbonneux 3 et 5 intercalés dans cette série contiennent un charbon cendreux et diffus dans la marne ou dans le grès, qui ne paraît aucunement susceptible d'exploitation, du moins là où je l'ai reconnu. Il est tout à fait probable que les conditions dans lesquelles il se présente persistent partout.

Les nos 4 et 6, formés de grès très sableux sont remplis d'un véritable hachis de débris de plantes dont aucun fragment n'est déterminable. Les plantes semblent avoir été réduites en une vraie bouillie.

Le niveau 7 contient en abondance de petites *Nucules* rappelant *Nucula (Palaeoneilo) faba* Wissm. du Trias alpin, une *Hæruesia* indéterminable et de nombreux échantillons d'un Lamellibranche qui rappelle étroitement *Pleuromya (Panopæa) Alberti* Voltz.

Le niveau 8 grès grossier sableux très friable est plein de menus débris de plantes indéterminables ainsi que 10. Le banc 9 contient également des débris de végétaux avec *Pleuromya* cf. *Alberti* Voltz, une *Cassianella* indéterminable, un Gastropode aff. *Trachynerita nodifera* Kittl. et *Myophoria radiata* Loczy.

Dans 11 la marne est remplie de *Nucules* indéterminables ; j'y ai recueilli en outre une empreinte de *Trachyceras* écrasé, spécifiquement indéterminable.

La coupe fig. 70 de l'atlas montre en série renversée la succession des termes que nous venons d'énumérer.

Je décrirai les termes t_{III} et t_{IV} avec le Trias supérieur. Comme le démontre M. Mansuy dans la description paléontologique, il n'y a pas beaucoup plus de raisons pour placer ces horizons dans le Trias supérieur que dans le Trias moyen ; par suite du changement très brusque de faciès et de l'apparition des Céphalopodes prédominants j'ai cru devoir les teinter dans ma carte géologique avec le Trias supérieur bien que la présence d'espèces nouvelles de *Trachyceras* apparentées à des formes du Trias moyen supérieur d'Europe laisse planer quelque doute sur leur attribution soit au Ladinien, soit au Carnien. En réalité, ce sont des couches de passage de l'un à l'autre étage, de telle sorte que la délimitation exacte du Trias supérieur est difficile et qu'il est impossible d'échapper à l'arbitraire en la recherchant.

Les principales coupes de cette bande triasique seront décrites dans la partie tectonique ; la section fig. 91 (atlas) montre à quel point les calcaires $t_{,,}$ et les schistes marneux t_1 sont disloqués ; la coupe relevée entre Ta-yao-tchai et Tchong-tchai par exemple est typique à cet égard.

Dans la région de Lou-sa-pien, les étirements atteignent leur maximum ; la coupe fig. 86 (atlas) montre une mince lame de calcaire $t_{,,}$ épaisse seulement de quelques mètres, serrée entre deux plans de charriage dans le Trias supérieur disloqué. On conçoit que dans ces conditions cette région n'offre pas de bonnes coupes au point de vue purement stratigraphique.

Bandes de Trias moyen d'entre Cha-kou-lou et Lo-pou. — Une bonne coupe où la succession des termes est très nette, bien que ces derniers soient plus ou moins réduits par compression s'observe entre Cha-kou-lou et Lo-pou ; surtout le passage du Trias moyen au Trias supérieur y est très net, la fig. 68 (atlas) le montre. On relève en se dirigeant de Cha-kou-lou vers Lo-pou, en passant par la crête à 1.550m. :

Trias supérieur. .	t_V et au-dessus.	
Couches de passage au Trias supérieur.....	t_{IV}	Schistes gréseux et marneux brun-foncé à *Trachyceras costulatum* Mansuy.
	t_{III}	Calcaire marneux de Cha-kou-lou contenant : *Clionites Zeilleri* Mansuy, *Meekoceras yunnanense* Mansuy, *Trachyceras Douvillei* Mansuy, *T. Deprati* Mansuy, *T. sinense* Mansuy.
Trias moyen.....	t_{II}	Grès variés à *Myophoria inaequicostata* Klipst.
	t_I	Schistes marneux et gréseux fins jaunes et rouges.
	$t_{,,,}$	Grès gris en plaquettes avec bancs minces de phtanites.
	$t_{,,a}$	Calcaires bleus écrasés en calcschistes avec quelques minces bancs gréseux à la partie supérieure.

Les schistes marneux t_1 fournissent la faune que nous connaissons à *Pseudomonotis illyrica* Bittner, etc. La série des grès t_{II} pauvre en fossiles offre un banc à *Myophoria inaequicostata* Klipst.

Entre la crête de séparation de la vallée de Cha-kou-lou et la vallée du Pa-ta-'ho à Lo-pou reparaît à mi-côte un étroit synclinal pincé entre deux failles N. E. où les calcaires $t_{,,a}$ très fortement contournés et transformés en calcschistes passent graduellement, comme dans la coupe précédente aux grès gris en plaquettes $t_{,,,}$ qui forment déjà de minces intercalations à leur partie supérieure et dont la masse principale forme l'axe du pli.

Au N. O. de Kwéi-tien apparaît le long d'une faille une autre bande de Trias moyen dans laquelle le Pa-ta-'ho offre son brusque coude qui le fait dévier vers l'ouest. Les calcaires $t_{,,}$ sont coupés près de Kwéi-tien par une autre faille qui les met en contact avec les calcaires carbonifériens supérieurs ; ils n'offrent rien de particulier.

Trias moyen a l'est de Pong-pou et de Tchou-yuen. — La carte géologique montre à l'est de la zone fracturée de Pong-pou et de Tchou-yuen une longue bande de terrains triasiques moyens se prolongeant vers le N. O. et en relations avec la grande zone des affleurements du Trias supérieur par un long pli-faille. Les coupes fig. 89 et 90 de l'atlas montrent comment le Trias moyen forme un vaste pli couché poussé sur le Trias supérieur avec accompagnement d'étirements considérables.

J'ai relevé dans cette bande toute une série de coupes montrant toujours la même succession très régulière avec de beaux gisements de fossiles.

Synclinal à l'est de Pong-pou : La coupe est représentée dans la partie centrale de la figure 89 de l'atlas. En sortant de la plaine de Pong-pou, on trouve d'abord avant de traverser le Pa-tien-'ho un petit synclinal secondaire offrant de haut en bas la succession régulière des schistes marneux jaunes t_1 très décomposés ici, pauvres en fossiles, reposant sur l'horizon des grès en plaquettes $t_{,,,}$. Comme dans la région à l'E. d'A-mi-tchéou, ces derniers passent, peu à peu aux calcaires $t_{,,}$ par intercalations de bancs minces dans la partie supérieure de ceux-ci. De l'autre côté du Pa-tien-'ho, la masse des calcaires $t_{,,}$ est représentée par la partie supérieure $t_{,,}a$.

Avicula Bronni Alb.
Daonella indica Bittner
Myophoria radiata Loczy
Coenothyris vulgaris Schloth.
Hologyra sp.
Naticopsis sp.
Annélide indt.
Bryozoaires indt.

s'observent un peu partout dans ces calcaires marneux se débitant en dalles irrégulières. Derrière la bande de collines calcaires dans lesquelles serpente la route qui mène à Tchong-ko-lo, les calcaires plongent brusquement et passent ici de nouveau peu à peu aux grès en plaquettes $t_{,,,}$ sans fossiles. Puis la dépression qui s'étend à l'O. de Tchong-ko-lo offre l'horizon t_1 largement développé affleurant dans toute la vallée et occupant l'axe du synclinal. Il est très riche en fossiles ; malheureusement les schistes marneux fissiles jaunes et rouges sont tellement fragiles qu'on éprouve les plus grosses difficultés à recueillir des échantillons convenables sans qu'ils tombent en morceaux et ensuite leur transport à dos de bête dans les chemins où les heurts et les secousses violentes sont ininterrompues est très délicat. Un beau gisement à la sortie des grès en plaquettes, dans les barrancos au bord même du sentier m'a donné :

Avicula Bronni Alb.
Daonella indica Bittner
Myophoria radiata Loczy
Pseudomonotis sp.
Pseudomonotis cf. *illyrica* Bittner
Pecten sp.
Cassianella sp.
Gervillia intermedia Mansuy
Lingula subelliptica Mansuy

Un autre gisement situé sur l'autre flanc du synclinal, à l'entrée même du village de Tchong-ko-lo m'a fourni les mêmes espèces. J'en signalerai un autre encore près de Siao-ko-lo.

La large bande de schistes marneux t_1 de Tchong-ko-lo est sculptée en collines très surbaissées, dans lesquelles l'érosion grâce à la dénudation complète exerce actuellement des ravages intenses, les entaillant de barrancos très profonds, aux parois verticales, qui s'écroulent sans trêve.

A la sortie du village de Tchong-ko-lo, à l'est, on retrouve les grès $t_{,,,}$ en plaquettes, passant insensiblement aux calcaires $t_{,,}a$ très contournés, puis un puissant accident qui est un plan de charriage interrompt brusquement le Trias moyen chevauchant le Trias supérieur à 600m. du village.

Sud-est de Tchou-yuen : La même bande d'affleurements se prolonge vers le N. E. Le sentier de Che-mo (1) la recoupe ; elle fait ici encore partie de la région charriée sur le Trias supérieur. Dans beaucoup de points, elle offre nettement la superposition de termes que nous avons déjà vue, corroborant complètement les observations précédentes. La première partie de la coupe,que l'on peut relever en allant de la plaine de Tchou-yuen à Che-mo offre de plus l'intérêt de montrer une partie du Trias inférieur, de sorte que la succession des horizons est visible depuis le terme t_1 jusqu'à t_1. La coupe fig. 60 de l'atlas nous a donné déjà le détail des assises werféniennes en ce point. En quittant la plaine de Tchou-yuen on gravit peu à peu (fig. 9) atlas) les gradins successifs formés par les couches t_1a de l'horizon des grès et marnes bariolées de la partie supérieure du Trias moyen offrant en abondance dans les derniers niveaux *Myophoria Szechenyi* Loczy. Puis on tranverse l'horizon inférieur du Trias moyen t_1 gréseux avec bancs de phtanites.

(1) Localité qu'il ne faut pas comprendre avec un autre Che-mo à l'E. de Po-shi, situé en pleine région permienne.

Désormais jusqu'au plan de charriage qui fait chevaucher largement le Trias supérieur par le Trias moyen on ne voit plus rien des couches inférieures au calcaire $t_{,,}$.

Sur les grès t, repose la masse des calcaires bleus, débutant par des calcaires marneux en dalles, puis viennent les calcaires compacts qui, à leur partie supérieure, passent de nouveau à des calcaires marneux se délitant en plaques irrégulières et comportant des intercalations de grès en plaquettes qui finissent par envahir complètement la partie supérieure, formant l'horizon $t_{,,,}$; on retrouve ces grès avec pendage S. E. derrière la barre de bosses calcaires $t_{,,}$ qui limite au S. E. la plaine d'effondrement de Tchou-yuen ; dans une vallée à fond très irrégulier on trouve derrière cette barre les schistes marneux de Tchong-ko-lo t_1. De t, à t_1 le détail des couches que nous pouvons embrasser dans leur ensemble, rappelant absolument ce que nous avons vu antérieurement dans des coupes partielles donne de bas en haut :

t_1 Schistes fissiles marneux jaunes et rouges (horizon de Tchong-ko-lo) avec :

Avicula Brouni Alb.
Daonella indica Bittner
Pseudomonotis indt.
Pseudomonotis cf. *illyrica* Bittner
Myophoria radiata Loczy
Myophoria sp. indt.
Cassianella sp.
Pecten sp.
Hoernesia intermedia Mansuy
Lingula subelliptica Mansuy
Traumatocrinus perforatus Mansuy

c'est-à-dire la faune de Tchong-ko-lo.

$t_{,,,}$ Grès grisâtres ou jaunes en plaquettes avec rubans de phtanites. Bancs de calcaires marneux en dalles, devenant jaunes par altération, avec intercalations de bancs gréseux en plaquettes.

$t_{,,}a$ Calcaires marneux sans intercalations gréseuses, contenant ainsi que les précédents :

Avicula Brouni Alb.
Daonella indica Bittner
Naticopsis sp.
Encrinus liliiformis Lmk.

$t_{,,}$ Calcaires bleus durs, jaunissant par altération, moins épais que dans la région méridionale (90 m. au plus). Observé dans le sommet 1525 à 200 m. du sentier muletier :

Daonella cf. *iudica* Bittner
Leda sp.
Nucula sp.
Amusium sp.
Caenothyris vulgaris Schl.
Hologyra (Naticopsis) declivis Kitt.
Trochus sp.

t,a Calcaires marneux en dalles irrégulières avec la faune de *Gastropodes* et de *Myophories* déjà signalée fréquemment ailleurs, mais en assez mauvais état. On doit y reconnaître *Myophoria Szechenyi* Loczy, probablement *M.* cf. *lævigata* Schl., une *Nuculana* qui, selon toutes probabilités, est *Nuculana* cf. *excavata* Bittner avec des *Trochus*, *Undularia* indéterminables spécifiquement.

$t,$ Grès en plaquettes et grès jaunes à gros grains passant à la partie inférieure aux schistes jaunes t_1a de la partie supérieure du Trias inférieur.

En franchissant la vallée occupée par les schistes marneux t_1 de l'horizon de Tchong-ko-lo, on constate qu'ils forment un synclinal, car à l'E. les couches se relèvent pour former un anticlinal dont l'axe est occupé par la série des calcaires formant une nouvelle barre de collines à sommets arrondis ; derrière, le sentier recoupe de nouveau la série des horizons $t_{,,,}$ et t_1 puis la coupe du Trias moyen se termine par un pli anticlinal couché dont le flanc renversé est considérablement étiré, les grès $t_{,,,}$ entrant en contact direct avec le Trias supérieur (fig. 90 atlas).

Le Trias moyen au nord et au nord-est de Mi-leu.

Nous retrouvons le Trias moyen beaucoup plus au nord, dans la région de Mi-leu, où il forme d'étroites bandes écrasées entre des plis-failles dans la région de Siao-sin-tien et de Y-che. Il est inutile de chercher ici des successions régulières, les gisements fossilifères ne manquent certes pas, ce qui est d'un grand secours pour débrouiller la structure très complexe des terrains, mais en général les fossiles sont très abimés. Les faciès restent identiques à ce que nous avons étudié dans les régions plus

méridionales, à l'E. de Tchou-yuen et de Pong-pou et à l'E. d'A-mi-tchéou. La fig. 59 (atlas) montre sans qu'il soit besoin de commentaires plus nombreux l'allure des couches du Trias moyen à l'ouest de Je-chouéi-tang.

A l'est du village de Ngao-tseu on observe une bonne série, déjà décrite en détail (fig. 58 atlas et page 179) du passage du Trias inférieur au Trias moyen, la série montant jusqu'aux calcaires marneux de base de la série calcaire massive.

OBSERVATIONS SUR LA CLASSIFICATION DES ASSISES PRÉCÉDEMMENT DÉCRITES

Résumons d'abord les faunes recueillies dans les divers horizons et voyons si elles justifient l'attribution au Trias moyen que nous en avons faite.

Les grès inférieurs t_1 forment le prolongement exact de la série des schistes marneux et grès bariolés. Ils sont médiocrement fournis en fossiles. Ils nous ont donné près d'I-wan-tchai :

Lingula metensis Terq.
Myophoria Szechenyi Loczy.
Pleurophorus sp.
Pseudomonotis sp.

Myophoria Szechenyi a été signalée par M. V. Loczy dans le Trias moyen de Tchong-tien avec une faune caractéristique du Trias moyen. Nous l'avons trouvée également dans des horizons plus élevés avec des formes franchement mésotriasiques. Les grès gris, en plaquettes avec cordons de phtanite qui forment la partie supérieure de cet horizon sont toujours complètement dépourvus de fossiles. Par contre les calcaires marneux par lesquels débute la série des calcaires massifs contiennent des espèces donnant de bonnes indications :

Cassianella sp.
Myophoria Szechenyi Loczy
Myophoria cf. *curvirostris* Schl. (?)
Myophoria laevigata Goldf (1)
Nucula cf. *excavata* Goldf (?)
Leda sp.
Amusium sp.
Trochus cf. *glandulus* Laube
Naticopsis sp.

Myophoria Szechenyi Loczy est une forme du Trias moyen à faciès littoral de Tchong-tien (Yun-nan occidental). *Myophoria* cf. *curvirostris* Schl. appartient au Muschelkalk allemand et les mauvais exemplaires que j'ai eu entre les mains rappellent comme ceux de V. Loczy provenant de Tchong-tien la *M. chenopus* Laube de Saint-Cassian.

Myophoria cf. *laevigata* Goldf. se trouve dans le Muschelkalk allemand moyen et inférieur, c'est aussi une des formes du calcaire lombard d'Esino et également du calcaire de Recoaro. *Trochus glandulus* Laube est aussi une forme d'Esino. Il y a moins à conclure des autres espèces. *Nucula* cf. *excavata* Goldf. se trouve en Europe dans l'Anthracolitique. La forme de *Naticopsis* sp. que je n'ai pu dégager de la surface calcaire m'a parue identique à la forme rapportée de Tchong-tien par V. Loczy et considérée par lui comme affine à *Naticopsis elongata* Munst. des schistes de Saint-Cassian.

Les calcaires massifs formant la masse principale t_2 ont fourni des fossiles distribués très sporadiquement sans qu'il soit possible d'y établir des horizons différents. L'ensemble de la faune se présente ainsi :

Avicula Bronni Alb.
Leda sp.
Nucula sp.
Daonella indica Bittner
Hoernesia sp.
Coenothyris vulgaris Schl.
Hologyra (Naticopsis) declivis Kitt.
Trochus glandulus Laube
Undularia cf. *pachygaster* Kittl.
Undularia cf. *Escheri* Kittl.
Pseudomelania nodosa.
Delphinulopsis Cainali Stopp. ou *vernelensis* Kitt.
Promathildia sp.
Scalaria ou Worthenia sp.
Coelostylina sp.
Cladophyllia sp.
Encrinus liliiformis sp.
Gyroporella sp.

(1) Identiques aux figures données par Von Loczy des mêmes espèces de Tchong-tien.

Cette faune appartient de la façon la plus incontestable au Trias moyen. Si nous recherchons ses affinités nous voyons que *Daonella indica* Bittner, est une espèce du Trias moyen de l'Himalaya, *Coenothyris vulgaris* Schl. est une forme des plus communes du Muschelkalk allemand; *Trochus glandulus* Laube, *Undularia* cf. *Escheri* Kittl., *Pseudomelania nodosa*, *Delphinulopsis Cainali* Stopp. on *vernelensis* Kitt. rappellent intimement la faune d'Esino, de la Marmolata. La forme de *Promathildia* rappelle *Loxonema (Promathildia)* cf. *subornata* Munst. recueilli à Tchong-tien par V. Loczy et qui est une espèce de Saint-Cassian ; il en est de même de l'espèce de *Scalaria* ou *Worthenia* sp. qui m'a paru semblable à la forme de Tchong-tien que V. Loczy rapporte à *Worthenia triton* d'Orb., également des schistes de Saint-Cassian.

Très proche de la précédente est la faune des calcaires marneux en dalles qui terminent la formation calcaire et passent par alternances aux grès en plaquettes $t_{,,}$. On y trouve :

Avicula cf. *Bronni* Alb.
Myophoria radiata Loczy
Myophoria Szechenyi Loczy (rare)
Daonella indica Bittner
Hoernesia sp.
Terquemia difformis Goldf (?)
Coenothyris vulgaris Schl.
Hologyra declivis Kittl.
Pseudomelania nodosa Kittl.
Naticopsis sp.
Encrinus liliiformis Schl.

La plus grande partie de ces espèces est la répétition de la faune des calcaires massifs. Les mêmes observations peuvent donc s'y appliquer. Il s'y ajoute *Myophoria radiata* V. Loczy signalée par cet auteur comme espèce nouvelle dans le Trias moyen de Tchong-tien (Yun-nan occidental) et forme parente de M. *fallax* Leeb. et M. *vestita* Alb.. La forme de *Naticopsis* sp. indt. m'a paru se rapprocher beaucoup de *Naticopsis* aff. *Trachynerita nodifera* Kittl. signalée à Tchong-tien par V. Loczy et rappelant l'espèce de Saint-Cassian. *Ostræa (Terquemia) difformis* Gold. trouvée par Loczy à Tchong-tien est une espèce du Muschelkalk inférieur de Thuringe.

Dans les grès en plaquettes $t_{,,,}$ nul fossile n'a été trouvé.

Dans les schistes marneux t_1 une faune intéressante contenant encore quelques espèces des calcaires donne dans l'ensemble des gisements :

Daonella indica Bittner
Pseudomonotis cf. *illyrica* Bittner
Pseudomonotis sp.
Pecten sp.
Amusium sp.
Myophoria radiata Loczy
Myophoria Szechenyi Loczy (rare).
Avicula Bronni Alb.
Gervillia intermedia Mansuy
Cassianella sp.
Lingula subelliptica Mansuy
Traumatocrinus sp.

Appartient encore au Trias moyen le puissant complexe à faciès éminemment détritique, formé de grès friables à débris de plantes ; caractéristique à cet égard est *Myophoria inaequicostata* Klipst., si abondante à la base et qui est une espèce de Saint-Cassian ; *Myophoria radiata* Loczy du Trias moyen de Tchong-tien (Yun-nan occidental) indique également le Trias moyen. La faune de ce complexe serait fort intéressante étant donné le nombre des espèces et des individus, si malheureusement la plupart des échantillons n'étaient à l'état de moules internes très abimés. Les plus beaux échantillons de fossiles sont ceux du niveau à *Myoph. inaequicostata*. La faune déterminable est en résumé la suivante :

Myophoria inaequicostata Klipst.
Myophoria radiata Loczy.
Hoernesia sp. indt.
Cassianella indt.
Avicula sp. indt.
Pleuromya (Panopæa) cf. *Alberti* Voltz
Nucula (Palæneilo) aff. *faba* Wissm.
Aff. *Trachynerita nodifera* Kittl.

Outre *Myophoria radiata* et *M. inaequicostata* les autres fossiles corroborent l'attribution au Trias moyen. *Pleuromya Alberti* Voltz se trouve à la fois dans le Trias moyen inférieur, dans le calcaire de Recoaro ; en tous cas c'est une espèce du Trias moyen. *Nucula (Palaeneilo)* aff. *faba* appartient au Trias moyen alpin, *Trachynerita nodifera* Kittl, au calcaire de la Marmolata.

Il est très remarquable de constater combien l'ensemble de la faune du Trias moyen du Yun-nan oriental se rapproche de celle de Tchong-tien si affine, comme l'a montré Von Loczy avec celle du Trias moyen d'Europe et notamment de Saint-Cassian (1).

Je crois intéressant de comparer ici la faune de Tchong-tien et celle du Trias moyen du Yun-nan oriental, étant donné la relative proximité des gisements, pour mettre en regard les formes parentes ou identiques de l'ensemble des gisements actuellement connus du Trias moyen du Yun-nan et les mêmes ou les espèces affines en Europe.

---

(1) Les conclusions de V. Loczy à cet égard sont des plus intéressants et s'appliqueraient volontiers aussi bien au Trias du Yun-nan oriental qu'au gisement de Tchong-tien : « Es ist also zweifellos, dass der Fund von Tchong-tien mit den charakteristischen Versteinerungen der deutschen littoralen mittleren Trias (Muschelkalk), die meiste Analogie zeigt, est ist aber klar, dass sich dieser kleinen Fauna auch einige Formen von St. Cassian..... Dieser Fund ist um so intéressanter, da man an den nachsten Fundorten der Trias, als im Himalaya, auf der Insel Timor, in Japan und in Ostsibirien und im sogenannten Westlichen Kwen-Lun wohl zerstrente Ueberreste der alpinen pelagischen Trias Faune gefunden hat ; in dem aus Tschong-tien (Tchong-tien) gebrachten ziemlich reichen material der littorale Charakter der Faune durch Keine einzige pelagische Forme geschwacht ist.

Das vorhandensein einer littoralen triassischen Fauna in West-China, in der Nahe joner gegenden, in welchen von der rhaetischen zeit an ausser marine verhaltnisse herrschen, passt sehr schon zu den in den vorigen Capiteln mit getheilten Erfahrungen, welche beweisen dass der im der mesozoischen zeit den Stillen Ocean vom Atlantischen Ocean trennende palaeozoische continent sich immer mehr und mehr vergrösserte ».

La même remarque que pour Tchong-tien vaut ici, à savoir qu'aucune faune franchement pélagique ne s'observe dans le Trias moyen du Yun-nan oriental, et que la faune possède un cachet de mer peu profonde très caractérisé.

Faune du Trias moyen du Yun-nan oriental et du Yun-nan occidental et comparaisons avec les faunes similaires d'Europe

NOMS DES ESPÈCES	ESPÈCES NOUVELLES	YUN-NAN ORIENTAL	YUN NAN OCCIDENTAL (TCHONG-TIEN)	TRIAS ALPIN					TRIAS ALLEMAND				TRIAS DE BALIA MAADEN (ASIE MINEURE)
				COUCHES DE RAIBL	COUCHES DE St CASSIAN	CALCAIRE DE LA MARMOLATA	CALCAIRE D'ESINO	COUCHES DES RECOARO	MUSCHEL-KALK INFÉRIEUR	MUSCHEL-KALK MOYEN	MUSCHEL-KALK SUPÉRIEUR	KEUPER INFÉRIEUR	
Daonella indica BITTN.	»	+	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Pseudomonotis illyrica BITTN.	»	+	»	+	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Pseudomonotis sp. MANSUY.	*n*	+	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Pecten sp. MANSUY.	*n*	+	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Pecten (*Amusium*) sp. indt (1).	»	»	+	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Myophoria inaequicostata KLIPST.	»	+	»	»	+	»	»	»	»	»	»	»	»
Myophoria laevigata GOLDF.	»	+	+	»	»	»	»	»	+	+	»	»	»
Myophoria curvirostris SCHAL.	»	+	+	»	»	+	»	+	+	+	»	»	»
Myophoria radiata LOCZY.	»	+	+	»	*a*	»	»	»	*a*	»	*a*	*a*	*a*
Myophoria Szechenyi LOCZY.	»	+	+	»	»	»	»	»	»	»	*a*	*a*	»
Myophoria Kreitneri LOCZY.	»	»	+	»	»	»	»	+	»	»	»	»	»
Myophoria elegans DUNK. (2).	»	+	+	»	»	»	»	»	+	+	»	»	»
Avicula Bronni ALBERTI.	»	+	+	»	»	»	»	*a*	»	+	+	+	»
Pleurophorus aff. *Thielaui* STR.	»	»	+	»	»	»	»	»	+	»	+	*a*	»
Pleurophorus cf. *angulatus* MOORE.	»	»	+	»	»	»	»	*a*	»	»	*a*	*a*	»
Pleuromya aff. *Alberti* VOLTZ (2).	»	a	+	»	»	»	»	+	+	»	»	»	»
Gervillia intermedia MANSUY.	*n*	+	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Cassianella sp. (3).	»	indt	indt	*a*	»	*a*	»	»	»	»	»	»	»
Leda sp. (4)	»	indt	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Nucula cf. *excavata* GOLDF.	»	+	+	»	»	»	»	»	*a*?	»	»	»	»
N. aff. *(Paleoneilo) faba* WISSM.	»	*a*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Terquemia (Ostrea) difformis GOLDF.	»	*a*	+	»	»	»	»	»	+	»	»	»	»
Tancredia sp.	»	+	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Caenothyris (Terebratula) vulgaris SCHL.	»	+	»	»	»	»	»	+	+	+	+	»	»
Lingula subelliptica MANSUY.	*n*	+	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Spiriferina subfragilis LOCZY (5).	»	?	+	»	»	»	»	*a*	*a*	*a*	»	»	»
Lima chinensis LOCZY	»	»	+	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Loxonema (Promathildia) ? cf. *subornata* MUNST.	»	»	»	»	+	»	»	»	»	»	»	»	»
Promathildia sp. (6).	»	*a*	indt	»	*a*	»	»	»	»	»	»	»	»
Worthenia aff. *Triton* d'ORB.	»	*a*	+	»	+	»	»	»	»	»	»	»	»
Trachynerita cf. *nodifera* KITTL.	»	*a*	*a*	»	»	+	»	»	»	»	»	»	»
Naticopsis aff. *elongata* MUNST.	»	*a*	*a*	»	*a*	»	»	»	*a*	*a*	»	»	»
Pseudomelania nodosa KITTL.	»	+	»	»	»	+	+	»	»	»	»	»	»
Naticopsis (Hologyra) declivis KITTL.	»	+	»	»	»	+	+	»	»	»	»	»	»
Delphinulopsis cf. *Cainali* STOPP.	»	+	»	»	»	+	+	»	»	»	»	»	»
Undularia cf. *Escheri* KITTL.	»	+	»	»	»	+	+	»	»	»	»	»	»
Undularia cf. *pachygaster* KITTL.	»	+	»	»	»	+	+	»	»	»	»	»	»
Trochus glandulus LAUBE	»	+	»	»	»	»	+	»	»	»	»	»	»
Cidaris sp. indt. (7).	»	»	+	»	»	*a*	»	»	»	»	»	»	»
Traumatocrinus MANSUY.	*n*	+	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Encrinus liliiformis LMK.	»	+	+	»	»	»	»	»	+	+	+	»	»

n Espèce nouvelle. — + Espèce identique. — *a* Espèce voisine.

(1) V. Loczy rapproche ce petit *Pecten* de *P. Zitteli* WOHRM. des couches de Raibl. Il appuie aussi sur sa parenté avec *P. pumilus* LAM. et *P. contrarius* du Lias.

(2) *Myophoria elegans* DUNK signalée par M. V. Loczy dans le Trias moyen de Tchong-tien a été observée par nous dans le Trias inférieur du Yun-nan oriental mais tout à fait à la partie supérieure des couches *tia*, c'est-à-dire dans les couches de passage et peut en somme être considérée comme appartenant à la base du Trias moyen. Il est fort possible du reste qu'elle monte plus haut, bien que nous ne l'ayons pas trouvée.

(3) Affine avec *Cassianella angusta* de St Cassian et de Raibl.

(4) Affinités avec le groupe de *L. rostralis* du Toarcien.

(5) Alliée suivant Loczy à *Sp. cristata* SCHLOTH., mais affine surtout avec *Sp. Peneckei* BITTN du Trias de Carinthie et avec *Sp. Hoernesi* BITTN. de l'horizon de Saint Cassian.

(6) Affine avec *Promathildia biserta* MUNST. de Saint Cassian.

(7) Rapproché par V. Loczy de *C. caudex* STOPP du Rhétien lombard.

Le groupement des espèces dans les divers niveaux du Trias moyen au Yun-nan oriental rappelle bien ce qu'on observe dans les niveaux d'Europe, sans qu'il y ait trop de différences, et les espèces identiques à celles de Saint-Cassian ou parentes de ces espèces se trouvent bien par exemple, à la partie supérieure de l'étage, impliquant ainsi un parallélisme intéressant à si longue distance.

Le nombre d'espèces communes entre le gisement de Tchong-tien et les nôtres est élevé et il est probable que des recherches complèteraient l'identité des deux faunes. La différence porte surtout sur la faune de notre horizon t_I à *Pseudomonotis* cf. *illyrica* Bittner que V. Loczy n'a pas rencontrée aussi complète, l'horizon à *Myophoria inaequicostata* Kl. non plus n'a pas été signalé dans le Yun-nan occidental.

Système néotriasique

Nous avons rangé dans le Ladinien les horizons t_I et t_{II} qui contiennent une faune voisine de celle de Saint-Cassian et même des espèces de Raibl ; mais si l'attribution de ces termes à la partie supérieure du Trias moyen ne paraît pas discutable, il en est autrement des horizons suivants t_{III} et t_{IV} qui précèdent immédiatement le Trias indiscutablement supérieur pouvant sans hésitation être rapporté au Carnien et on doit, ainsi qu'il a déjà été exposé les considérer comme montrant le passage du Ladinien au Carnien. Ce sera davantage le lieu de discuter ces litiges après la description des horizons et des faunes qui y sont contenues.

LOCALISATION DES AFFLEUREMENTS DU TRIAS SUPÉRIEUR

Les dépôts néotriasiques sont localisés au N. E. d'A-mi-Tchéou, dans une grande aire d'un seul tenant. Nous les avons reconnus vers le N. E. dans le bassin du Pa-ta-'ho sur une longueur de 80 km. et une largeur de 18 à 32 km. Cette région est limitée au S. E. par une ligne de fracture des plus nettes qui, comme le montre la Carte Géologique, la met brutalement en contact en ligne brisée ou rectiligne sur de longues distances, avec le Permien ou le Trias moyen. Au N. O. la région triasique supérieur est chevauchée par le Trias moyen de la région de Pong-pou (fig. 89 et 90 atlas) à l'ouest elle vient buter contre la grande fracture Mi-leu Pong-pou, vers le N. E., elle paraît se prolonger au-delà de Wou-ts'eng-tchéou en dehors de la Carte. Je ne l'ai pas suivie au-delà.

Extrêmement plissé, souvent formé d'écailles se chevauchant, parcouru également par de grandes failles, ce vaste affleurement de Trias supérieur voit surgir dans l'intérieur de ses limites des affleurements allongés et fortement plissés de Trias moyen qui ont été décrits dans le chapitre précédent et sont en contact avec le Trias supérieur soit par des plis failles, soit par des fractures avec dénivellation.

En dehors de la région délimitée ainsi que nous venons de l'indiquer, le Trias, supérieur ne se rencontre nulle part. A l'O. d'A-mi-tchéou où le Trias moyen offre un si beau développement entre cette ville et Mien-tien, aucun niveau supérieur à t_I n'a subsisté et le dernier horizon t_{II} du Trias moyen n'existe même plus. De même dans la région de Mong-tseu.

CONSTITUTION LITHOLOGIQUE DES DÉPOTS DU TRIAS SUPÉRIEUR.

A l'inverse de ce qui s'observe dans le Trias moyen, les formations calcaires sont peu abondantes dans le Trias supérieur et la majorité des formations sont gréseuses ou marneuses ; les calcaires francs n'existent nulle part ; le seul horizon tant soit peu calcareux est le calcaire de l'horizon de Cha-koulou t_{III} et encore, ce n'est qu'un calcaire grumeleux très marneux, les horizons suivants sont généralement franchement marneux, mais, les bancs de grès alternent avec les marnes ; dans d'autres niveaux très fissiles celles-ci sont en même temps un peu gréseuses. En résumé, absence presque totale de calcaires

massifs francs, prédominance de marnes écailleuses fissiles avec intercalations soit de grès en bancs bien délimités, soit de marnes gréseuses en plaquettes, avec bancs de calcaire marneux. L'ensemble offre des couleurs verte, marron ou jaune très vives.

L'aspect de ces marnes écailleuses bariolées en couches minces et bien litées, rappelle beaucoup celui des marnes et des grès colorés du complexe argilogréseux cambrien s_1a et du Dinantien à *Spirifer subconicus*. Il est cependant facile de ne pas s'y tromper, surtout en présence des fossiles.

Des grès massifs sableux avec couches de charbon envahissent la partie supérieure de l'étage ; en même temps disparaissent les Céphalopodes.

Ce dernier groupe de fossiles est véritablement très caractéristique de la faune du Trias supérieur yunnannais tandis que dans le Trias moyen ils en sont rigoureusement exclus ; et c'est une des raisons pour lesquelles je décris les couches de passage t_{III} dans le Trias supérieur, car elles coïncident avec un subit changement de faune, remplaçant complètement une faune de mer très peu profonde par une autre franchement pélagique.

J'ai distingué dans le Trias supérieur du Yun-nan oriental la série de termes suivants :

Norien.....	t_{VII}	Puissant complexe de grès et d'arkoses avec intercalations de charbon et niveaux marneux à débris de plantes.....	300m.
	t_{VI}	Marnes roses tendres à *Trachyceras fasciger* Mansuy, *Megaphyllites Lantenoisi* Mansuy.....	80m.
Carnien.....	t_Va	Marnes grises, vertes, écailleuses à *Paratibetites Clarkei* Mansuy, etc..	130m.
	t_V	Marnes vertes et grises à *Halobia comata* Bittner, *Pecten fimbriatus* Mansuy, *Pseudomonotis plicatuloïdes* Mansuy.....	100m.
Passage du ladinien au carnien.....	t_{IV}	Schistes marneux brun tendre à *Trachyceras costulatum* Mansuy.....	20m.
	t_{III}	Calcaire marneux gréseux bruns à *Trachyceras sinense* Mansuy, *T. Douvillei* Mansuy, *T. Deprati* Mansuy, *Clionites Zeilleri* Mansuy, *Meekoceras yunnanense* Mansuy.....	15m.

Nous discuterons plus loin les attributions d'étages.

La description de la succession stratigraphique est très facilitée par ce fait que les affleurements du Trias supérieur dans la région qui nous occupe sont d'un seul tenant et il suffira de décrire quelques coupes pour justifier de la succession des termes que nous venons d'indiquer.

Coupe du Trias supérieur du col de Tou-pi à Ni-ou-ké.

J'ai relevé une coupe détaillée et très nette au col de Tou-pi, sur le chemin de He-ou-tchin à Matche-tchao. Le point étant particulièrement intéressant j'ai campé deux jours sur les lieux afin d'élucider complètement la succession des terrains. Le Trias supérieur est effondré en bloc le long d'une faille (fig. 69 atlas) offrant une dénivellation considérable, qui le met en contact direct avec le Permien inférieur calcaire. Au-dessous du col de Tou-pi, au N. E. on voit admirablement le contact des calcaires artinskiens à *Spirigerella grandis* et du Trias supérieur, non-seulement par la brusque différence de opographie engendrée par les deux formations juxtaposées si différentes au point de vue de la résistance à l'érosion, mais aussi grâce à de nombreuses dépressions fermées, étroites, avec pertes dans le calcaire qui jalonnent le contact vertical ou à peu près des calcaires artinskiens et du Trias supérieur.

Au-dessus de mon campement du col de Tou-pi en allant depuis la faille vers le S. O. j'ai relevé la succession suivante de (Fig. 69 atlas) :

Norien.....	t_{VII}	Masse de grès arkosiques, de sables gréseux micacés à gros grains micacés, alternant avec des bancs de grès durs ; l'ensemble offre une teinte jaunâtre ou rose. L'épaisseur minimum est de 300m. L'intercalation de grès durs provoque la formation de bancs en saillie et de pentes alternants. On suit cette série, très monotone avec pendage N. O. jusqu'à la faille qui passe au S. de Hou-li-tchéou Dans toute la série débris de plantes indéterminables.
	t_{VI}	Marnes roses à ammonites, épaisses de 40 m. environ.

Carnien	$t_V a$	Marnes écailleuses vertes et brunâtres, très fissiles, finement micacées avec petits lits de grès gris jaunes ou bruns intercalés, à *Paratibetites*.
	t_V	Marnes écailleuses semblables aux précédentes, à *Halobia comata* et *Protrachyceras Thous*.
Passage du ladinien au carnien	t_{IV}	Schistes marneux bruns, un peu gréseux, se fendant en plaques minces, très fragiles, à grands *Trachyceras* et *Orthoceras*.
	t_{III}	Banc de calcaire gris grumeleux, marneux riche en *Trachyceras*.

Au col même, c'est le calcaire t_{III} qui bute contre les calcaires paléozoïques, mais dans le ravin au N. E. ce sont les marnes vertes t_V. Nulle part, on n'observe les horizons supérieurs du Trias moyen, enfoncés le long de la faille et masqués par les couches de passage du Trias moyen supérieur au Carnien.

Dans l'horizon III j'ai recueilli :

Rhynchonella indt. écrasée.
Meekoceras yunnanense Mansuy
Trachyceras sinense Mansuy

Dans t_{IV}, au col même :

Trachyceras costulatum Mansuy — *Halobia* sp. indt.
Orthoceras cf. *politum* Klipst. — *Daonella indica* Bittner

Les schistes marneux t_{IV}, renferment des formes de Trachyceras voisins de *Trachyceras judicaricum*, espèce de la zone à *Protrachyceras Archelaüs* de l'horizon de Wengen ; de plus, ils contiennent une forme d'Orthocère, *Orthoceras politum* Klipst ; de l'horizon de Saint-Cassian. Dans d'autres gisements nous verrons encore d'autres espèces de Saint-Cassian associées aux précédentes. Il semble donc absolument légitime d'hésiter à placer franchement l'horizon IV dans le Trias supérieur et d'en faire au plus la base de la série néotrasique, en la considérant plutôt même comme un terme de passage indécis.

Avec t_V on aborde franchement le Carnien : j'y ai trouvé :

Halobia cf. *comata* Bittner — *Protrachyceras Thous* Dittmar
Posidonomya sp. — *Trachyceras* sp.

Protrachyceras Thous est abondant dans les bancs marneux verts écailleux sous forme de petits moules internes jaunes, fragiles.

La partie supérieure du complexe des marnes vertes $t_V a$ offre ici :

Halobia cf. *comata* Bittner
Paratibetites tuberculatus Mansuy

Les marnes roses t_{VI} sont moins fossilifères ici que près de Pe-hoa-tseu où on peut recueillir des ammonites bien conservées. Je n'ai trouvé que de mauvais échantillons de :

Trachyceras fasciger Mansuy

et un *Tropites* sp. malheureusement presque complètement émietté pendant le transport.

La masse des grès t_{VII} est remplie de débris de plantes indéterminables formant une vraie bouillie ; ces grès se poursuivent au S. O. vers Ni-ou-ké.

Environs de Ni-ou-ké : Attribués au Rhétien par M. Leclère sans aucune preuve paléontologique, les grès de Ni-ou-ké ont été revus ensuite par M. Lantenois qui en a bien fait du Trias supérieur. Seulement, M. Lantenois a placé au même niveau les grès de Ni-ou-ké et les grès à charbon de Tse-tsou, se fondant sur ce fait que les grès de Ni-ou-ké aussi comportent des couches à charbon. Il s'exprime ainsi :

J'attribue le même âge aux grès et schistes de Ni-ou-ké et Tse-tsou qui, tous deux, renferment des couches de charbon placées stratigraphiquement un peu au-dessous des calcaires de Ma-tche-tchao. M. Lantenois a été induit à paralléliser ces deux horizons par suite du renversement complet des couches à Tse-tsou et les grès qu'il assimile dans cette dernière localité à ceux de Ni-ou-ké sont les grès à *Myophoria inaequicostata* qui terminent le Trias moyen. Mais comme le facies des grès est très semblable dans

les deux localités, qu'ils contiennent ici et là des couches de charbon, on conçoit que M. Lantenois ait été amené à les rapprocher. En réalité, ils sont séparés par toute la série des horizons du Trias supérieur et des couches de passage du Ladinien au Carnien ; seulement dans le flanc renversé du synclinal de Tse-tsou les grès à *Myophoria inaequicostata* reposent sur la série du Trias supérieur (fig. 70 atlas).

De même c'est le renversement complet de la série à Tse-tsou qui a conduit M. Lantenois à considérer les calcaires de Ma-tche-tchao comme terminant le Trias supérieur et supérieurs à l'horizon de Ni-ou-ké ; tandis que les dits calcaires appartiennent au Trias moyen, de sorte que ce sont les grès de Ni-ou-ké, c'est-à-dire notre horizon t_{VII}, qui terminent le Trias supérieur.

Pour résumer, on a d'une part : grès à charbon de Ni-ou-ké — partie supérieure du Trias supérieur ; de l'autre grès à charbon de Tse-tou — dernier terme du Trias moyen.

Ceci posé, dans le cas des grès de Ni-ou-ké, on reconnaît que M. Lantenois en a fait justement du Trias supérieur. Je n'ai pu, non plus que lui, y trouver de plantes déterminables ; mais des fragments très petits.

Le complexe gréseux de Ni-ou-ké, prolongement des grès supérieurs t_{VII} du col de Tou-pi renferme un faisceau de quatre couches de charbon riche en matières volatiles très flambant par conséquent. A ce sujet, on peut faire remarquer quel les charbons de Tse-tou paraissent n'avoir aucune valeur sérieuse tandis que ceux de Ni-ou-ké sont exploités par les Chinois, ceci se comprend davantage puisque nous savons maintenant qu'entre les couches de Tse-tou et celles de Ni-ou-ké se place tout le Trias supérieur et que les couches de Ni-ou-ké ne sont point le prolongement des dernières.

Série renversée du Trias supérieur de Tse-tou

La coupe que l'on peut relever depuis le fond de l'énorme et si remarquable cuvette sans écoulement de Tse-tou (V. p. 12 et fig. 70 texte) jusqu'aux crêtes au sud-est de Ta-ma-tchai est particulièrement complète ; seulement il faut tenir compte de ce fait qu'elle est complètement inversée, appartenant au flanc renversé d'un synclinal tranché presque en son axe par la grande faille de bordure de la région du Trias supérieur (V. carte géologique) ; cette faille n'est du reste autre chose que le prolongement de celle que nous avons vu déjà mettre en contact anormal le Trias supérieur et l'Artinskien de la même façon au col de Tou-pi, ici encore c'est le Trias supérieur et l'Artinskien qui entrent en contact. La série des terrains néotriasiques est la suivante en tenant compte du renversement des couches :

Carnien.....	$t_{V}a$	Série alternante des marnes vertes ou brunâtres écailleuses et des grès en bancs très minces, toujours très marneux.
	t_{V}	Série alternante de marnes vertes écailleuses et de grès marneux en bancs très minces.
Couches de passage.	t_{IV}	Marnes brunâtres fissiles.
	t_{III}	Calcaire marneux en banc épais de 4m.

Trias moyen t_{II} à *Myophoria inaequicostata* et au-dessous série des horizons jusqu'à $t_{1,2}a$.

Dans cette coupe on ne voit pas les termes t_{VI} et t_{VII}, c'est-à-dire la partie culminante du Trias supérieur ; ceci est dû à l'interruption de la série triasique supérieure par la faille qui l'a abaissé le long du Permien inférieur calcaire.

Dans l'horizon III il a été recueilli :

Trachyceras sinense Mansuy

Dans IV :

Halobia sp. (grande espèce écrasée).
Daonella indica Bittner
Trachyceras costulatum Mansuy
Trachyceras sp.
Orthoceras cf. *multilabiatum* Hauer

Dans les couches t_{V} carniennes abondent aussi bien dans les marnes vertes écailleuses que dans les lits gréseux subordonnés, les individus de :

Protrachyceras Thous Dittmar
Halobia comata Bittner

Ivα très écrasé contient par endroits de nombreux individus de petite taille très déformés de Trachyceratidés indéterminables avec :

Paratibetites tuberculatus Mansuy

On remarquera que l'épaisseur énorme et anormale que semble offrir la série du complexe des marnes et grès *Iv* et *Ivα* est due à ce que ce des écailles de ces horizons sont poussées l'une sur l'autre.

Les gisements fossilifères sont très abondants sur tout le pourtour de la cuvette de Tse-tsou, et il est très regrettable que l'écrasement fréquent des couches interdise de recueillir une faune plus complète ; le nombre des individus que l'on récolte est très considérable, mais dans le nombre, peu d'entre eux offrent une conservation suffisante pour la détermination.

Coupes du Trias supérieur entre Cha-kou-lou et Lo-pou

Deux bonnes coupes, point trop disloquées, peuvent être observées entre Cha-kou-lou et Lo-pou (V. Carte), ce dernier village situé près du Pa-ta-'ho. La première où les observations sont assez faciles est comprise entre le fond de la vallée de Cha-kou-lou et la crête cotant en moyenne 1550, qu'il faut franchir pour gagner le Pa-ta-'ho ; on a de bas en haut (Fig. 71 atlas) :

Carnien inférieur.	l_V	Marnes vertes écailleuses plissées en synclinal dont le flanc sud-est très disloqué, alternant avec les petits lits gréso-marneux ordinaires.
Couches du passage au Ladinien.....	l_{IV}	Marnes brunes à pendage S. E. riches en fossiles.
	l_{III}	Banc de calcaire marneux rempli d'ammonites, bien visible sur le sentier même de Cha-kou-lou à Lou-pou on se trouve un très riche gisement.

Cette série repose sur le terme l_{II} du Trias moyen supérieur, qui repose lui-même sur le terme t_I à *Pseudomonotis illyrica* Bittner et *Myophoria radiata* Loczy.

L'autre coupe dont il est inutile de donner une figure s'observe avec la plus parfaite netteté sur le revers opposé de la crête en descendant sur Lo-pou à mi-chemin entre le point culminant du sentier et le village, la piste traverse une série de Trias supérieur analogue comprise entre deux accidents tectoniques avec pendage général dirigé vers le S. S. E.:

Trias moyen. .	l_{II}	Grès gris en plaquettes sans fossiles.	
Pli faille.			
Trias supérieur. .	Carnien. .	l_{Va}	Marnes vertes et brunes écailleuses à *Céphalopodes.*
		l_V	Marnes vertes écailleuses à *Halobies.*
	Couches de passage. .	l_{IV}	Marnes brunes fissiles à *Céphalopodes.*
		l_{III}	Calcaire marneux.
Faille.			

Trias moyen $t_{II}a$ calcaire à *Coenothyris vulgaris.*

Dans l'une et l'autre coupe ces différents horizons nous ont fourni des faunes intéressantes :

Dans l_{III} le gisement le plus riche se trouve dans la montée de Cha-kou-lou aux crêtes ; le banc de calcaire marneux contient dans les deux gisements :

Meekoceras yunnanense Mansuy
Trachyceras Donvillei Mansuy
Trachyceras Deprati Mansuy
Trachyceras sinense Mansuy
Clionites Zeilleri Mansuy

les individus y sont extrêmement abondants.

Dans l_{IV} :

Halobia sp. (grande espèce écrasée).
Trachyceras costulatum Mansuy
Trachyceras sp.
Orthoceras cf. *multilabiatum* Hauer
Atractites sp.

l_V contient :

Halobia cf. *comata* Bittner
Protrachyceras Thous Bittner

l_{Va} contient, surtout sur le versant de Lo-pou :

Prionolobus sp.
Paratibetites tuberculatus Mansuy
Paratibetites Clarkei Mansuy
Trachyceras sp. indt.

Coupe du Trias supérieur entre Tchong-ko-lo et Ché-mo

Je donnerai encore comme exemple de coupe un peu complète celle que j'ai relevée à l'est de Pong-pou, (fig. 72 atlas) entre Tchong-ko-lo et Che-pan-keuou, et qui fournit une succession d'horizons s'étageant du terme t_{III} à t_{VII}. Bien qu'elle offre de forts plissements, elle ne laisse pas cependant de donner une bonne succession stratigraphique. Les termes inférieurs à t_{III} c'est-à-dire le Trias moyen ne sont pas visibles car ils sont marqués sous une nappe également de Trias moyen, poussée jusque sur le Trias supérieur.

On observe à 500 m. environ à l'E de Tchong-ko-lo le calcaire marneux t_{III} avec pendage S. E. Ils offrent en ce point une épaisseur de 5 m. à peine. On y recueille les formes du calcaire de Cha-kou-lou.

Meekoceras yunnanense Mansuy
Trachyceras Donvillei Mansuy

Les schistes bruns marneux t_{IV} reposent sur lui, offrant :

Daonella indica Bittner
Trachyceras costulatum Mansuy
Trachyceras sp.
Orthoceras cf. *politum* Klipst.
Tranmatocrinus sp.

Les couches l_V à Halobies viennent ensuite avec alternances de marnes sèches écailleuses vertes et de fins grès marneux : elles forment un pli synclinal local suivi d'un anticlinal, plis à charnière très aigües (fig. 72 atlas) où la compression a été poussée très loin, de sorte que les marnes et les grès sont très écrasés et les fossiles ont subi le même sort. Je n'y ai recueilli en bon état que quelques

Halobia comata Bittner

Les ammonites y sont trop écrasés pour être déterminables. Dans t_{Va} qui forme avec ses marnes écailleuses vertes et brunes et ses grès gris marneux de même teinte une épaisse série à pendage S. E. on recueille :

Paratibetites tuberculatus Mansuy
Paratibetites sp.

Le terme t_{VI} très épais dans cette région, forme une monotone série de marnes rose saumon, très tendres, finement micacées, avec alternances de bancs de grès jaunes à grain sableux ; elles sont relativement pauvres en fossiles. Au-dessus de Che-pan-keuou, j'y ai recueilli :

Pseudomonotis sp. indt.
Trachyceras fasciger Mansuy

l'ensemble est fortement plissé comme l'indique la fig. 72 (atlas) et les variations de pendage fréquentes, les fossiles très déformés montrent du reste les compressions que l'ensemble a eu à subir.

Une faille interrompt brusquement la succession : cependant, comme la dénivellation qu'elle provoque en ce point est faible, ce sont les couches de grès grossiers du complexe t_{VII} qui viennent au contact des marnes roses t_{VI} en discordance tectonique au lieu d'être en superposition directe. La série gréseuse t_{VII} est comme ailleurs dépourvue de fossiles, autres que des débris de végétaux qu'il est complètement inutile d'essayer d'identifier.

Environs de Che-mo. — Les mêmes horizons se retrouvent partout fossilifères dans toute la région entre Che-pan-keuou et le village lolo de Che-mo, et tout autour de Che-mo, ainsi que dans les collines entre ce village et la bande de Trias moyen qui forme les collines au S. E. de Tchou-yuen ; mais les accidents tectoniques sont multiples et dans ces couches extrêmement plissées où les étirements se multiplient dans les écailles superposées, il est impossible de trouver une série où de nombreux termes se succèdent. Par contre, on y trouve de bons gisements de fossiles. Je citerai notamment un gisement d'ammonites sur le chemin de Che-pan-keuou à Che-mo, dans le grand tournant que décrit le sentier dans la forêt de pins, un peu avant le petit col au-delà duquel on descend sur Che-mo (1). J'y ai observé nettement :

t_{IV} { Banc calcaréo-marneux à Crinoïdes ; 2m. environ.
Marnes grises à grandes Daonelles et Ammonites ; 10m. environ.
t_{III} Banc mince calcaire marneux à Ammonites dégageables.

Le niveau t_{III} contient les Ammonites de Cha-kou-lou :

Trachyceras sinense Mansuy
Trachyceras Douvillei Mansuy
Trachyceras Deprati Mansuy

Les marnes grises de t_{IV} offrent en abondance :

Orthoceras politum Klipst.
Trachyceras costulatum Mansuy
Trachyceras sp.

le banc calcaréo-marneux à crinoïdes qui les surmonte est pétri de

Traumatocrinus sp.

Coupe au N. O. de Che-mo. — Au N. O. de Che-mo, sur la route de Tchou-yuen, on recoupe les mêmes bandes de terrain que sur le chemin de Tchong-ko-lo à Che-pan-keuou, mais hachée par les dislocations et où les pendages sont incohérents sur de faibles distances ; aucune série vraiment complète n'y peut être relevée, sauf au voisinage du plan de charriage qui fait chevaucher le Trias moyen du S. E. de Tchou-yuen sur le Trias supérieur (Fig. 90 atlas). On y observe en série renversée la succession des termes de t_{IV} à t_{VI}. L'horizon t_{III} n'est pas visible et est enfoui sous le Trias moyen sous lequel il plonge. Au voisinage du plan de charriage l'horizon t_{IV} offre sur le bord même du chemin un beau gisement à :

Trachyceras costulatum Mansuy
Trachyceras sp.
Trachyceras sp.
Orthoceras cf. *multilabiatum* Hauer
Orthoceras cf. *politum* Klipst.
Atractites sp.

Dans cette même coupe affleure également en partie le complexe t_{VII} formant une écaille pincée entre deux plis failles (fig. 90 atlas).

Région de Ta-yao-tchai, Che-ngai-tchai, Tchong-tchai

Dans toute cette région située entre le Pa-ta-'ho et la zone de fracture limite du Trias supérieur au S. E., les couches néotriasiques offrent un développement considérable, mais toujours avec dislocations intenses et cette allure d'écailles se chevauchant. Les gisements fossilifères abondent, notamment dans les environs de Che-ngai-tchai, de Ta-yao-tchai, Ta-tchai, Tchong-tchai, Ya-kou-tchai, etc.

(1) Bien que je cherche à préciser autant que possible l'emplacement des gisements fossilifères, la chose est difficile, vu le faible nombre de repères. De plus, les sentiers chinois qui sont de vagues pistes, se déplacent sans cesse sous l'influence des ravinements qui atteignent dans ce pays dénudé une ampleur extraordinaire. Mais ceci a relativement peu d'importance, car vu la façon dont le pays est découvert, il sera toujours facile de retrouver un niveau donné, et les fossiles ne feront jamais défaut, (comme en général du reste dans d'autres pays) à qui se donne la peine de chercher.

Coupe entre Iang-tsi-kiou et Ta-yao-tchai — La coupe de la montée de sentier muletier, entre Iang-tsi-kiou et Ta-yao-tchai est une des plus intéressantes. Elle montre un synclinal entièrement formé de dépôts du Trias supérieur, disloqué en écailles qui se chevauchent successivement (fig. 73 atlas).

Autour de Iang-tsi-kiou affleurent les grès massifs du complexe t_{VII} avec pendage dirigé vers le S. E.; le village s'élève sur les grès eux-mêmes. A l'ouest un premier pli-faille à 100 m. des premières maisons amène la série t_V-$t_V a$ bien nette dans des affleurements complètement dépourvus de végétation ; la piste muletière qui conduit à Ta-yao-tchai s'élève doucement par une longue montée dans ces formations qui, à droite et à gauche, s'étendent largement vers le S. O. et le N. E.. Le pli-faille amène la suppression complète de l'horizon t_{VI}. La série t_V-$_V a$ renversée m'a offert la succession de niveaux suivante sur une épaisseur de 200 m. environ, en la considérant comme rétablie dans son état normal.

t_{VII} Grès micacés supérieurs massifs sableux de Iang-tsi-kiou.

Pli-faille avec étirement supprimant t_{VI}.

$t_V a$	Banc de marnes vertes écailleuses à *Paratibetites tuberculatus* Mansuy...	22m.
	Banc de grès grossier sans fossiles.....	25m.
	Banc de grès schisteux fissile à grain fin.....	3m.
	Marnes vertes et brunes écailleuses à *Paratibetites tuberculatus* Mansuy...	35m.
	Banc de grès schisteux brunâtre à grain fin.....	3m.
	Banc de marne verte écailleuse.....	23m.
	Banc de grès schisteux brunâtre à grain fin.....	3m.
	Marne grise gréseuse à *Protrachyceras Thous*.....	25m.
	Banc de grès schisteux fin.....	2m.
	Marne verdâtre à *Protrachyceras Thous*.....	18m.
	Banc de grès schisteux fin brunâtre.....	2m.
	Marne brune *à Protr. Thous*.....	3m.
t_V	Banc de grès schisteux fin.....	2m.
	Marne verdâtre écailleuse à *Halobia comata*.....	3m.
	Banc de grès schisteux fin très fissile.....	2m.
	Marne verdâtre écailleuse à *Halobia comata*.....	6m.
	Grès gris schisteux marneux à *Protrachyceras Thous*.....	3m.
	Marne brunâtre écailleuse à grandes *Halobies* écrasées.....	1m. 50
	Banc des schistes gréseux fin.....	2m.
	Marne verte à *Pseudomonotis* écrasés.....	7m.
	Banc de schiste gréseux fin.....	2m.
	Marne brunâtre et verte, écailleuse en petits lits mélangés à *Halobia comata*.	4m.
	Banc de schiste gréseux fin.....	2m.
	Marne verte, écailleuse à petites Daonelles déformées.....	5m.
	Banc de schiste gréseux fin.....	2m.
	Marne verte écailleuse à *Halobia comata*.....	8m.
	Banc de schiste gréseux fin.....	4m.
	Marne brunâtre écailleuse à *Daonella indica*.....	8m.

Cette coupe montre très clairement l'alternance des bancs de grès fin plus ou moins marneux et de marnes écailleuses dans les horizons t_V-$_V a$.

En continuant la montée dans la direction de Ta-yao-tchai on retrouve successivement deux écailles de t_V poussées sur la précédente et l'une sur l'autre ; ceci au premier abord semblerait, si l'on croyait avoir affaire à une série continue en ne tenant pas compte de la présence des plis-failles, donner au terme t_V une épaisseur de 400 m. au moins, ce qui n'est point.

Vers le haut de la montée d'où l'on embrasse un panorama immense, (très intéressant parce qu'il montre nettement les formes topographiques engendrées dans toute cette région par les relations du Permien inférieur, du Trias moyen et du Trias supérieur entre eux et le rôle des fractures de bordure de la région triasique), on trouve un nouveau plan d'étirement qui fait chevaucher une partie des grès du complexe t_{VII} sur t_V en supprimant ici les termes t_V et t_{VI} (marnes roses à *Trachyceras fasciger* Mansuy). Les

grès du complexe t_{VII} ne sont pas représentés d'une façon complète. L'écaille où les termes sont renversés offre en retablissant l'ordre normal :

t_{VII}	Grès grossier arkosique à débris de plantes	10 m.
	Marne grise	3 m.
	Grès grossier arkosique	35 m.
	Banc de charbon	1 m.
	Banc schisteux marneux à plantes	0 m. 20
	Grès grossier sableux	22 m.

Le faciès lithologique de ces grès t_{VII} est très particulier et aucune confusion ne peut être faite avec d'autres niveaux. On n'en voit ici qu'une partie, car ils reposent sur t_V par l'intermédiaire d'un pli-faille comme nous venons de le voir, et en arrière, à la descente sur Ta-yao-tchai reparaît une nouvelle écaille t_V poussée à son tour sur les grès t_{VII}. C'est l'équivalent de l'horizon de Ni-ou-ké, des grès supérieurs de la coupe du col de Tou-pi ; nous les avons vus également à l'est de Pong-pou, dans la région de Che-mo et de Che-pan-keuou où ils surmontent l'horizon des marnes roses t_{VI} à *Trachyceras fasciger* Mansuy et *Megaphyllites Lantenoisi* Mansuy.

J'ai donné cette coupe surtout pour montrer comment l'alternance d'écailles superposées avec étirements peut donner l'illusion de séries continues, surtout avec cette circonstance que les chevauchements ne produisent souvent aucune discordance appréciable.

Entre Ta-yao-tchai et Tchong-tchai. — Je prierai le lecteur de se reporter à la fig. 91 (atlas) ; cette coupe montre le grand degré de complication de la tectonique du Trias dans ces deux localités et les alternances de lames de Trias moyen et de Trias supérieur à l'O. et au N. O. de Ta-yao-tchai. Au N. O. de ce village, au-delà de la petite plaine alluviale, on trouve la série de grès t_{VII} avec les mêmes caractères que précédemment ; comme entre Ta-yao-tchai et lang-tsi-kiou une couche de charbon non exploitée est intercalée dans les grès jaunes ou roses sableux. Les grès t_{VII} plongent à l'O., sous le Trias moyen qui les chevauchent, et jusqu'à la hauteur de Ya-kou-tchai une série d'écailles du Trias moyen se superposent, toutes pourvues d'un pendage O. N. O. ou N. O.. Entre Ya-kou-tchai et Tchong-tchai reparaît plissé à l'excès le Trias supérieur faisant également partie d'une grande écaille de terrains reployés en plis aigus (partie gauche de la fig. 91 atlas) ; les horizons représentés vont de t_{II} (Trias moyen supérieur à *Myophoria inaequicostata*) jusqu'à t_{VA}. Il serait fastidieux de décrire en détail toutes ces bandes dans lesquelles les faciès sont toujours identiques et où les faunes offrent un caractère très constant. De même les gisements fossilifères sont trop nombreux pour les énumérer tous ; autour de Tchong-tchai, j'en ai trouvé de nombreux dans les horizons t_V et t_{VA}.

A l'est de Ta-yao-tchai également, dans la région de Che-ngai-tchai, Ta-tchai, Féi-tsé, le Trias supérieur très plissé offre de multiples gisements fossilifères. Entre Ta-tchai et Féi-tsé, je signalerai dans les grès t_{VII} une couche de charbon dans le profond ravin avec gué que traverse le mauvais sentier avant Féi-tsé.

Autres points intéressants de la région du Trias supérieur

Je crois avoir établi dès à présent d'une façon suffisamment précise la série des horizons dont se compose le Trias supérieur du Yun-nan oriental. Je décrirai rapidement pour mémoire quelques points intéressants.

Environs de Pe-hoa-tseu. — Près du village de Pe-hoa-tseu, les marnes micacées roses t_{VI} offrent un beau développement ; elles butent contre une faille qui les plaque verticalement contre le Trias moyen

calcaire t_5, (Fig. 125 atlas). On y recueille une faune abondante d'Ammonites de petite taille, généralement déformées et d'une friabilité excessive. Nous avons pu en extraire :

Trachyceras fasciger Mansuy
Megaphyllites Lantenoisi Mansuy

Le meilleur gisement se trouve entre la faille et le village, au bord même du sentier qui conduit à Lou-sa-pien.

Environs de Lou-sa-pien. — Le village s'elève sur les marnes roses t_{VI} prolongement sud-occidental de celles de Pe-hoa-tseu, avec la même faune, mais elles offrent ici des contournements extraordinaires (fig. 86 atlas) ; on y constate la superposition très nette, au S. E. du village, des grès massifs supérieurs t_{VII} à débris de plantes qui terminent le Trias supérieur dans toute cette région. Les marnes roses reparaissent au S. E. du village ployées en plis aigus et butant comme près de Pe-hoa-tseu contre la faille déjà signalée près de ce village.

De Lou-sa-pien a A-mi-tchéou. — Le Trias supérieur est très développé à l'E. d'A-mi-tchéou ; le chemin de Lou-sa-pien à la plaine d'A-mi-tchéou recoupe une série très complète des horizons t_{IV}, t_{V}-$v\alpha$, t_{VI}, partout fossilifères, mais dans un état de dislocation extraordinaire, les pendages varient, changent plusieurs fois complètement de sens sur de très faibles distances et montrent des recourbements fantastiques : si on ne pouvait observer ailleurs des séries régulières comme celles que nous avons décrites, il serait complètement impossible d'arriver à établir la succession des horizons du Trias moyen dans cette région. Nous compléterons l'étude de ces points particulièrement intéressants au point de vue des dislocations dans l'analyse des conditions tectoniques.

Environs d'A-mi-tchéou. — Aux environs immédiats d'A-mi-tchéou nous devons déjà à la Mission Lantenois la connaissance certaine du Trias supérieur. M. Lantenois signala dans des schistes gréseux à 7 km. au S. S. E. d'A-mi-tchéou :

Trachyceras tibeticum Mojs.
Daonella sp.

du niveau à *Trachyceras austriacum* Mojs., c'est-à-dire du calcaire de Hallstadt. C'est notre horizon des marnes schisteuses fragiles t_{IV}. Non loin la Mission Lantenois avait déjà recueilli *Trachyceras Suessi* Mojs., dans un calcaire marneux qui est notre horizon t_{III}. Sur la route d'A-mi-tchéou à Kwéi-tien, au-delà de Lan-ni-pé, au sommet de la grande bosse arrondie qui s'élève entre le Pa-ta-'ho et le Lin-ngan-'ho et au-delà de laquelle ils se réunissent, on traverse les schistes marneux t_{III} extraordinairement contournés et écrasés ; c'est là qu'on recueille *Trachyceras Suessi* et c'est le calcaire de Kwéi-tien à *Trachyceras Suessi* de M. Counillon

Si l'on voulait étudier plus en détail le Trias supérieur, il resterait un grand nombre de coupes à décrire. Je crois complètement inutile de le faire et de donner intégralement mes notes, car tout ce que je pourrais dire ne serait qu'une fatigante répétition de ce qui a déjà été signalé. La carte géologique indique de façon suffisante l'extension et l'emplacement du Trias supérieur dans le bassin du Pa-ta-'ho. Si j'avais eu à ma disposition une carte à échelle suffisante et très détaillée au point de vue topographique, j'aurais pu avec mes relevés tracer l'aire d'extension, non seulement du Trias supérieur, mais, des termes principaux. Malheureusement ne disposant que de la carte au 200.000 dressée par nous-mêmes, j'ai dû y renoncer complètement et généraliser dans ma carte géologique en groupant dans une seule teinte les horizons t_{III} à t_{VII}.

Dans le tableau suivant j'ai groupé les principales localités où j'ai observé nettement les divers horizons du Trias moyen, en résumant leur succession :

	t_{VII}	Grès supérieurs à intercalations marneuses et charbon avec plantes et à la base, marne noire de Pei-heuou à *Cladiscites* sp., de Ni-ou-ke, Tou-pi, Ta-yao-tchai, Féi-tse, Iang-tsi-kiou, Lou-sa-pien, Che-pan-keuou, Che-mo, Tchong-tchai, Lo-pou, Cha-kou-lou.
Norien.....	t_{VI}	Marnes micacées tendres roses avec grès sableux en bancs intercalés à *Trachyceras fasciger*, *Megaphyllites Lantenoisi*, de Pe-hoa-tseu, Tou-pi, entre Ta-yao-tchai et Tchong-tchai, Lou-sa-pien, entre A-mi-tchéou et Lou-sa-pien, Che-pan-keuou, Che-mo.
	t_{V}	Marnes vertes et brunes écailleuses avec lits gréso-marneux intercalés à *Prionolobus* sp., *Paratibetites Clarkei*, *Parabetites tuberculatus*, de Tou-pi, Tse-tou, Ta-yao-tchai, Tchong-tchai, Iang-tsi-kiou, Ya-kou-tchai, Féi-tse, Cho-kou-lou, Lo-pou, Che-ngai-tchai, entre Lou-sa-pien et A-mi-tchéou, entre Pong-pou, Tchou-yuen et le Pa-ta-'ho.
Carnien....	t_{IV}	Marnes vertes et brunâtres écailleuses avec minces intercalations gréseuses à *Daonella indica*, *Halobia comata*, *Protrachyceras Thous* (et peut-être *Pseudomonotiss alinaria*), de Tou-pi, Tse-tsou, Ta-yao-tchai, Tchong-tchai, Féi-tse, Iang-tsi-kiou, Che-ngai-tchai, Cha-kou-lou, Lo-pou, entre Lo-pou et A-mi-tchéou ; affleurements nombreux entre Pong-pou, Tchou-yuen et le Pa-ta-'ho.
Couches de passage du Ladinien au Carnien.	t_{III}	Marnes brunes fragiles à *Trachyceras costulatum*, *Trachyceras* sp., *Atractites* sp., *Orthoceras multilabiatum*, *Orthoceras politum*, *Traumatocrinus* sp. de Tou-pi, Tse-tsou, Che-pan-keuou, Cha-kou-lou, Lo-pou, environ de Tchong-tchai, entre A-mi-tchéou et Ta-t'a.
		Calcaire marneux à *Meekoceras yunnanense*, *Trachyceras sinense*, *Trachyceras Douvillei*, *Trachyceras Deprati*, *Clionites Zeilleri*, de Tou-pi, Tse-tsou, Lan-ni-pé, Cha-kou-lou, entre Ya-kou-tchai et Tchong-tchai, Che-pan-keuou, entre Che-mo et Tchou-yuen.

OBSERVATIONS SUR LA CLASSIFICATION DES ASSISES DU TRIAS SUPÉRIEUR AU YUN-NAN

Il nous reste à examiner maintenant la justesse des raisons qui nous ont amené à envisager la classification précédente pour les différents termes que nous avons rencontrés. C'est la faune qui nous les fournit.

Dans l'horizon t_{III} les différents gisements nous ont fourni comme espèces déterminables :

Meekoceras Yunnanense Mansuy
Trachyceras sinense Mansuy
Trachyceras Douvillei Mansuy
Trachyceras Deprati Mansuy
Clionites Zeilleri Mansuy

La présence d'un Meekoceratidé et les formes nouvelles de *Trachyceratidés* précédentes étroitement apparentées à *Trachyceras judicaricum*, espèce de la zone à *Trachyceras Archelaüs*, ainsi qu'à *Trachyceras furcatum* justifie notre hésitation a en faire du Trias supérieur et à y voir plutôt le passage du Ladinien au Carnien. *Meekoceras yunnanense* inciterait à placer ces couches dans le Trias moyen, les *Trachyceras* qui l'accompagnent et qui rappellent les formes de Wengen fortifient cette appréciation ; mais la présence de *Trachyceras Suessi* Mojs. d'autre part, espèce du calcaire de Hallstadt fait hésiter ; en définitive il paraît plus rationnel de classer cette assise dans les couches de passage du Trias supérieur au Trias moyen. De plus, si on observe que ce terme est supérieur aux horizons t_I et t_{II} qui offrent des affinités non seulement avec Saint-Cassian, mais avec Raibl que la plupart des auteurs s'accordent à placer à la base du Trias supérieur, cette manière de voir s'affermit encore. Le même raisonnement paraît devoir être tenu pour le terme t_{IV}. Il nous a fourni :

Trachyceras costulatum Mansuy
Trachyceras sp.
Orthoceras politum Klipst.
Orthoceras cf. *multilabiatum* V. Hauer.
Atractites sp.
Daonella sp.
Traumatocrinus sp.

Les Trachyceras sont voisins des espèces précédentes et par conséquent offrent des affinités marquées avec la faune de Wengen ; ajoutons *Orthoceras* cf. *politum*, offrant une affinité étroite sinon une complète identité avec les espèces cordevoliennes de la zone à *Trachyceras Aon* de Saint-Cassian, et une autre espèce *Orthoceras* cf. *multilabiatum* V. Hauer du Muschelkalk bosniaque, qui se trouve aussi à Shalshal Cliff, dans l'Himalaya. Pour ces raisons, nous plaçons encore t_{IV} comme t_{III} dans les couches de passage indécises du Trias moyen au Trias supérieur.

Le terme t_V est franchement Carnien, j'y ai malheureusement trouvé peu de fossiles en bon état.

Daonella indica Bittner
Halobia comata Bittner
Protrachyceras Thous Dittmar
Trachyceras costulatum Mansuy

Daonella indica Bittner est rare dans cet horizon.

Protrachyceras Thous Dittmar, espèces du calcaire de Hallstadt et *Halobia comata* indiquent nettement le Trias supérieur ; *Trach. costulatum* apparenté à *Trachyceras tibeticum* indique des affinités avec le Carnien de Rimkin Paiair de l'Inde :

L'horizon t_{VA} paraît à cheval sur le Carnien et le Norien ; sa partie supérieure paraît devoir être rattachée à cet étage par suite de la présence des *Paratibetites* appelant le rapprochement avec les couches à Halorites de l'Himalaya. J'y ai recueilli :

Prionolobus sp.
Paratibetites tuberculatus Mansuy
Paratibetites Clarkei Mansuy

Les couches marneuses roses t_{IV} ont malheureusement été trop écrasées partout pour que les nombreux échantillons d'Ammonites qu'on y recueille soient tous déterminables, les espèces bien conservées sont nouvelles :

Trachyceras fasciger Mansuy
Megaphyllites Lantenoisi Mansuy
Tropites sp. indt.

Leur position surtout les date ; les espèces fossiles étant toutes deux nouvelles une identification absolument précise de niveau est difficile.

Quant au puissant complexe de grès grossiers, il appartient en tout ou partie au Norien. Le *Cladiscites* écrasé de Pei-heuou voisin des couches de charbon en fait foi. Je n'ai rien vu au-dessus qui paraisse appartenir au Rhétien.

RÉSUMÉ RELATIF A LA SÉDIMENTATION DES HORIZONS SUCCESSIFS DU TRIAS DANS LE YUN-NAN ORIENTAL

Nous avons vu qu'une discordance nette sépare le Permien supérieur du Trias inférieur. La description stratigraphique a montré que cet étage débute par le dépôt d'une épaisse série de grès grossiers avec couches de charbon indiquant la destruction probable d'une région surélevée antérieurement. Avec la fin du Werfénien des couches à facies littoral s'intercalent dans ces sédiments, offrant encore quelques niveaux intercalés de grès à plantes.

Le passage au Mésotriasique est progressif ; pendant cette période, la mer triasique paraît avoir dans tout le Yun-nan offert des conditions à peu près semblables, car nous trouvons dans le sud du Yun-nan oriental à peu près la même faune que celle de Tchong-tien décrite par V. Loczy à 400 km. au N. O.. Le Trias moyen paraît n'avoir jamais été caractérisé par une mer très profonde, surtout au début où il est gréseux et offre même un horizon de grès très grossiers, très détritiques, nos couches t_1. Le facies marin se prononce davantage avec le dépôt de l'épaisse série des calcaires t_2, où la faune de Gastropodes et la présence de *Gyroporella* rappellent les conditions de dépôt des masses calcaires du même âge du Tyrol méridional, soulignés par les affinités avec la faune de la Marmolata, d'Esino, etc.

Le dépôt des calcaires cesse complètement avec la sédimentation des couches à Myophoria t_{I} et t_{II} où nous avons montré la présence de nombreuses espèces de Saint-Cassian et de Raibl. Le facies marneux en même temps à aspect littoral reparaît, indiquant par la faune des eaux également très peu profondes. Dans t_{II} surtout s'accentuent ces conditions dans la partie supérieure de ce niveau (couches à *Myophoria inaequicostata*) ; les grès grossiers envahissent la série, remplis de débris de plantes indiquant la proximité de terre émergées ; la faune, composée de *Nucula*, *Pleuromya*, *Myophoria* dans des bancs subordonnés aux grès grossiers indiquent des conditions de relèvement tout à fait accentué des fonds.

Avec les couches de passage au Trias supérieur, au contraire les conditions changent complètement ; la faune à facies littoral est remplacée très brusquement par une faune de Céphalopodes où dominent remarquablement les Trachycératidés. Ce régime pélagique franc reste bien assuré pendant le dépôt des couches t_{IV}, le Carnien, le dépôt des couches noriennes jusqu'à t_{VI} inclus. Vers la partie supérieure de t_{VI} des grès grossiers à facies détritique à stratification entre-croisée s'intercalent dans les marnes roses à Ammonites qui sont remplacées complètement dans t_{VII} par une puissante masse de grès à la base desquels une marne avec un *Cladiscites* écrasé témoigne encore d'influences marines qui disparaissent rapidement. Sur les trois quarts de sa hauteur l'horizon t_{VII} est dès lors formé entièrement par les grès sableux à facies détritique remplis de fragments de plantes, de cordons de petits galets et de marnes grisâtres, en bancs très minces avec végétaux et bancs de charbon. C'est l'émersion définitive qui se fait très probablement.

Avec le dépôt du complexe t_{VII} cesse définitivement au Yun-nan la sédimentation marine.

Si maintenant, partant des données précédentes nous résumons l'histoire du Yun-nan oriental pendant le Trias, nous constatons une série d'oscillations verticales amenant les résultats suivants :

Trias supérieur.	Grès supérieur du Norien à plantes.	Emersion progressive, grès grossiers à charbon.
	Norien à Ammonites.	Facies pélagique, approfondissement.
	Carnien à Ammonites.	
	Passage du Ladinien au Carnien.	
Trias moyen. . .	Dépôt des horizons t_{I} et t_{II} du Trias moyen supérieur.	Fonds très faibles avec faune littorale, horizon à charbon et plantes.
	Dépôt de l'horizon t_{III}.	Relèvement des fonds, avec grès grossiers.
	Formation des calcaires à Gastropodes et Gyroporelles. . . .	Stabilité, Facies marin, approfondissement.
	Dépôt des grès grossiers et des calcaires marneux.	Relèvement.
	Grès fins et marnes entremêlés à faune littorale.	Fonds faibles, persistance des conditions précédentes.
Trias inférieur.	Grès fins et marnes entremêlés à faune littorale.	Lente invasion marine, fonds faibles.
	Masse de psammites, grès grossiers avec charbon et plantes. .	Formations continentales.

COMPARAISON DES DÉPÔTS TRIASIQUES DU YUN-NAN ORIENTAL ET DES RÉGIONS ASIATIQUES ENVIRONNANTES.

Tonkin. Laos : Nous allons nous adresser d'abord à une région, rapprochée où des travaux récents nous ont fait connaître une faune intéressante. Il est bon de remarquer que d'après les échantillons recueillis par M. Counillon le *Trias inférieur* de la région de Lang-son tout à fait différent de celui du Yun-nan

contient une faune franchement marine, à affinités himalayennes et américaines en même temps, qui a donné : *Inyoites Oweni* H. et Sm., *Columbites* sp., *Danubites* aff. *planidorsato* Bittner, *Danubites* cf. *Lissarensis* Dien., *Pseudomonotis Griesbachi* Bittner (1).

Pendant le Trias moyen au contraire les conditions se rapprochent bien davantage de celles du Yun-nan ; les Céphalopodes persistent au début en certains points, ainsi nous connaissons des calcaires à *Ceratites* cf. *Airavata* Dien. de Ban-huit, feuille de Pho-binh-gia ; j'ai fait connaître moi-même (2) d'après des échantillons rapportés par M. le Commandant Dussault une faunule à *Thisbites* cf. *Meleagri* Mojs., *Danubites* cf. *Ambika* Diener, *Monophyllites* sp., *Anatibetites*., sp., mais on observe surtout comme au Yun-nan une faune offrant beaucoup d'espèces de Saint-Cassian avec des espèces communes (marquées d'un astérisque) à celles de cette dernière région : *Pecten* cf. *tubulifer* Munster, *Lima subpunctata* d'Orb, *Avicula* aff. *cassiana* Bittner, *Hœrnesia* cf. *Joannis-Austriae* Klipst., *Hoferia* cf. *duplicata* Munster, *Palaeoneilo* cf. *faba* Wism., *Myophoria Goldfussi* Alb., *Myophoria inaequicostata* Klipst. (Mansuy, op cit). Le Trias supérieur offre également dans la région de Lang-son quelques gisements avec *Paratibetites* (?), *Clionites* cf. *Salteri* Mojs., *Anodontophora Griesbachi* Bittner, *Spirif. Griesbachi* Bittn., les deux dernières espèces appartenant aux couches à Halorites et à Sagenites de l'Himalaya (3). Au Trias supérieur appartiennent les schistes à *Estheria minuta* d'An-chau trouvés par M. Lantenois en 1905 et les schistes renferment la même espèce ainsi que deux espèces nouvelles de *Gervilleia* recueillies par M. Allouchery dans la région de Moncay. Sur la haute Rivière noire la mer du Trias supérieur a déposé des couches d'où Henri d'Orléans a rapporté un *Juvavites* dont le gisement n'est pas connu. Des *Halobies*, *Myophories* et *Trachyceras* y ont été recueillis ainsi qu'au Laos par M. Zeil.

Birmanie, Etats Shans : Le Trias supérieur y existe avec facies marin, des schistes à *Halobies* et *Myophoria* en font foi, ainsi que les couches à *Cardita et Myophoria* d'Arakan.

Siam, Louang-Prabang : A Luang-Prabang M. Mansuy vient de montrer récemment (4) que le Trias est formé de grès et d'argile bariolées avec bois silicifiés. M. Counillon y avait déjà recueilli un *Dicynodonte*. Au Siam et au Cambodge nous connaissons des formations grès gréseuses qui appartiennent peut être au Trias.

Annam : A cette bande marine appartiennent les couches à *Myophories (Myop.* cf. *elegans* Dunk.) que j'ai signalées dans le Nord-Annam en 1910. — Récemment les officiers du Service géographique ont recueilli *Myoph. inœquicostata*.

Chine centrale : Au Trias inférieur paraissent devoir être rapportées comme l'a démontré récemment M. Zeiller (5) les couches de Lui-pa-kou du 'Hou-nan, à *Gigantopteris nicotianaefolia* Schenk, dont la flore au Yun-nan appartient incontestablement au Trias inférieur ; Schenk a rapporté le gisement de Lui-pa-kou au Carboniférien, ce qui paraissait très contestable (6).

Dans le *Kwei-tchéou*, à l'est du Yun-nan, M. Douville (7) a fait connaître en ces termes la présence de couches marines d'après des fossiles romassés par M. Leclère « Calcaire dur grisâtre, à Céphalopodes et petits Gastropodes de Cha-tze-kiang (près Kwéi-yang, Kwéi-tchéou.) Il est presque impossible de détacher les fossiles de la roche. Par la forme de la coquille et par le tracé des cloisons une de ces espèces reproduit presque identiquement le *Lecanites psilogyrus* Waagen des calcaires à *Ceratites inférieurs*

---

(1) H. Mansuy : Contribution à la Carte géologique de l'Indochine, Paléontologie, 1908, Hanoi.

(2) J. Deprat, Bull. soc. géol. Fr. 4e Sér. t. IX, p. 391, 1909.

(3) Bittner : *Himalayan Fossils*. Vol. III part 2. p. 60 et 370.

(4) C. R. Ac. Sc. 7 novembre 1910.

(5) R. Zeiller : *Note sur quelques empreintes végétales des gîtes de charbon du Yun-nan méridional.*

(6) Op. cit ; l'auteur s'exprime ainsi : « Quant au *Gigantopt. nicotianaefolia* et à l'« *Annularia* » *maxima* leur présence ne fournissait aucune indication précise, l'attribution que Schenk avait faite au Houiller du gisement de Lui-pa-kou, le seul où ces deux espèces fussent connues, ayant été plus d'une fois contestée, la première de ces espèces, avec la disposition pédalée de sa fronde et sa nervation aréolée, faisant songer plutôt à des formes triasiques ou rhétiennes qu'à n'importe quel genre paléozoïque et l'attribution de la seconde au genre *Annularia*, comme celle de certains autres échantillons a des espèces houillères, n'étant rien moins que justifiée ».

(7) C. R. Ac. Sc. 26 février 1900.

de l'Inde », indiquant le Werfénien marin. La faune de Saint-Cassian également a été trouvée au Kwéi-tchéou (1).

Dans le Kan-sou, dans les monts Semenow, au S. du Kou-kou-nor succèdent en concordance au Permien marin des couches à *Ophiceras*. *Lecanites*, qui représentent sans doute la base du Werfénien. Dans les montagnes du Kou-kou-nor, Futterer (2) a signalé un calcaire à *Monophyllites*.

Ainsi nos renseignements sur le Yun-nan complètent bien les données qu'on possédait antérieurement sur l'extension des mers triasiques en Extrême-Orient. Pendant le Trias inférieur, les eaux marines passaient dans la Chine septentrionale, entre l'Angara et une région soit émergée, soit occupée part des fonds très peu importants sur l'emplacement du Yun-nan ; elles empiétaient sur le Kwéi-tchéou où les couches à *Lecanites* de Kouéi-yang offrent un facies pélagique. Elles se reliaient ainsi à la mer himalayenne à l'O. et rejoignaient sans doute à l'E. le Pacifique par la région de l'Olenek : Au sud de cette dépression marine existait une longue terre indiquée par les dépôts continentaux du Yun-nan et du 'Hou-nan (Lui-pa-kou). Contournant cette terre un autre bras de mer venant de la région méridionale himalayenne passait sur la Birmanie, les Etats Shans et formait sans doute un détroit au Tonkin entre la limite nord du Gondwana et une terre occupant la région méridionale chinoise (Kwang-toung, Fo-kien, etc.). L'esquisse donné par de Lapparent (traité de Géologie page 1034), de la géographie werfénienne paraît donc se rapprocher beaucoup de la vérité. Il y a seulement une importante correction à faire ; le golfe indiqué comme se détachant de la mer éotriasique tonkinoise et se dirigeant à travers le Yun-nan n'existait certainement pas puisqu'au contraire le Yun-nan offre des dépôts continentaux ou lagunaires pendant la plus grande part du Trias inférieur et les sédiments marins à *Lecanites* du Kwéi-tchéou se rattachent selon toutes probabilités à ceux de la dépression marine septentrionale de la région du Kou-kou-nor et non de la mer tonkino-birmane, mais ceci est un point à préciser pour des recherches futures.

Pendant le Mésotriasique une mer probablement très vaste a couvert la plus grande partie de la Chine centrale, mais offrant des fonds peu considérables, ainsi qu'en témoignent les faunes à facies littoral de Tchong-tien et du Yun-nan oriental. De part et d'autre de cette région, en somme de hauts fonds, persistaient au N. et au S. les dépressions à faune pélagique dans la région du Kou-kou-nor, d'une part, dont les couches à *Monophyllites* se relient aux dépôts de l'Oussouri à *Monophyllites*, *Ptychites*, etc., de la région birmano-tonkinoise d'autre part ; nous avons vu en effet qu'au Tonkin on observe des couches à Céphalopodes bien que des intercalations de faunes littorales s'y introduisent ; ailleurs, vers le sud, un autre bras de mer contournant la région siamoise et cambodgienne dès lors séparée du Gondwana, allait s'étendre sur les îles de la Sonde (couches à *Halobia Lommeli* de Timor).

Pendant le Trias supérieur, la mer centrale chinoise s'approfondit ; au Yun-nan apparaissent les faunes pélagiques, le Siam et le Cambodge avec probablement une partie de l'Annam forment une grande île au nord de laquelle passe la dépression marine tonkinoise à Céphalopodes et à l'O, le bras de mer birman qui va vers le sud déposer dans les îles de la Sonde les couches à *Halobia Lommeli* de Timor, les argiles à *Halobies et Daonelles* de Sumatra, et les schistes à *Pseudomonotis salinaria* de Bornéo. Par contre la dépression de la région du Kou-kou-nor qui, aux époques précédentes, faisait communiquer les eaux de la région himalayenne avec l'Oussouri paraît comblée.

Ainsi paraît devoir se résumer actuellement dans ses grands traits l'histoire des différentes régions chinoises et de celles qui les entourent pendant le Trias.

Dans le tableau suivant on a cherché à établir l'équivalence des dépôts triasiques du Yun-nan et des autres régions asiatiques, et à les comparer avec les mêmes horizons en Europe, ce que permet les affinités des faunes entre elles.

Dépots continentaux attribués au Rhétien.

Avec le Trias supérieur se terminent les dernières sédiments marins du Yun-nan. Dans la région que nous avons étudiée cet étage termine même, en dehors des dépôts plio-pléistocènes, la série sédimentaire.

(1) Koken. Neues Jahrb. 1900, p. 186.
(2) Futterer. *Durch Asien*, III, 1903.

du Trias d'Europe

INDE			ASIE OCCIDENTALE
HYMALAYA	GONDWANA	SALT-RANGE	
		Dolomie et Calcaire à *Megalodon*.	Couches à *Didymites* de l'Afghanistan. Schistes de Balia Maaden.
Sagenites. *Spiriferina Griesba-*			Couches à *Hal. Lomn* du Turkestan afgha
es à *Halorites.*			
la indica et *Trachyceratides.* Calcaire et schistes à *Daonel*	*opteris* Couches de Panchet à *Glosso*		Schistes à *Hal. Lommeli* de l'Hindo ches d'Insmid à *Prolr. anatolic* à *Koninckites.* u-kouch. Cou- *um* et couches
nassif à *Buddhaites,* *ites, Meekoceras.* *Rh. Griesbachi.* Cal- ıge de Chitichum ?		Calcaire à bival- ves et calcaire a *Ceratites* su- perieur.	
de Spiti à *Ceratites* *stus* et *Flemingites,* de Cachemire a M. du Ladak à *Flemin- regrinus.*		Grès à *Ceratites.*	Calcschistes de Djoul' *Myoph. ovata.* Grès Bokhara et du Darv *Myophoria ovata.*
ıes a *Prionolobus* *Voellingi.*		Marnes a *Ceratites.*	
ıperieures a *Ptoceras* · Spiti, Niti.		Calcaire infé- rieur a *Cera- tites.*	

Essai de comparaison du Trias yunnanais et du Trias des autres Régions asiatiques avec les horizons du Trias d'Europe

Étages	Notation au Yun-nan	CHINE: Yun-nan oriental	CHINE: Yun-nan occidental	CHINE: Sseu-tchoan	CHINE: Kwei-tchéou, Hou-nan	CHINE: Kan-sou	INDOCHINE: Tonkin	INDOCHINE: Annam	INDOCHINE: Laos	INDOCHINE: Siam et Cambodge	Birmanie	Îles de la Sonde	Oussouri, Japon, Sibérie	INDE: Himalaya	INDE: Gondwana	INDE: Salt-Range	Asie occidentale	ALPES ORIENTALES: Septentrionales	ALPES ORIENTALES: Méridionales	Province germanique
Néotrias — Norien supérieur	tvi	Grès grossiers à charbon et à débris de plantes								Masses de Grès		Couches à Halobies de Sumatra et Roti	Schistes à *Ceratites Haradai* à *Pseudomonotis* et *Daonella*			Dolomie et Calcaire à *Megalodon*	Couches à *Dalwania* de l'Afghanistan. Schistes de Baba Maden	Hauptdolomit; Calcaire de Hallstatt; Calcaire du Dachstein	Hauptdolomit; Dolomie à *Turbo Solitarius*	Stein mergel-kenper Schilf-sandstein
Norien inférieur		Grès grossiers à intercalations marneuses à *Cladiscites* sp.																		
	[illegible]	Marnes roses à *Trachyceras fosciger* et *Megaphyllites Lautenoisi*																		
	tva	Marnes vertes et brunes écailleuses à *Paratibetites Clarkei* et *Paratibetites tuberculatus*		Couches à *Anaplophora brevis* et *Myophoriopsis*			Couches à *Paratibetites* et couches à *Spiriferina Griesbachi*				Schistes à Halobies des États Shans. Couches à *Cardita* d'Arakan			Calcaire à *Sagenites*. Calcaire à *Spiriferina Griesbachi*.			Couches à *Hal. Lommeli* du Turkestan afghan		Couches du Torer.	Gypskeuper.
Carnien	tv	Marnes vertes et brunes écailleuses à *Halobia comata* et *Protrachyceras Thous*																		
	tiv	Marnes brunes fragiles (type col de Lou-pi) à *Trachyceras costulatum* et Orthoceratides								?				Couches à *Halorites*.				Couches à *Cardita crenata*. Calcaire d'Oppenitz. Grès à végétaux de Lunz.	Couches de Gorno et d'Ossena; Couches de Raibl.	
Mésotrias — Ladinien	tiii	Calcaire marneux type Cha-kou-lou à *Meekoceras yunnanense*, *Trachyceras sinense*, *Tr. Deprati*, *Tr. Douvilléi*, *Clionites Zeilleri*.	Couches de Tchong-tien		Couches du Kwei-tchéou à faune de St Cassian.		Couches à *M. inaequicostata* et *M. Goldfussi*							Calcaire et schistes à *Daonella indica* et *Trachyceratides*	Couches de Panchet à *Glossopteris*		Schistes à *Hal. Lommeli* de l'Hindou-kouch. Couches d'Ismid à *Protr. anatolicum* et couches à *Kouinckites*.	Couches de Partnach	Calcaire de la Marmolata et Dolomie du Schlern; Calcaire d'Esino; Couches de St Cassian	Lettenkohle.
	tii	Grès à charbon et couches à *Myoph. inaequicostata*.								Masses de Grès	Couches à *Daonelles* des États Shans	Couches à *Halobia Lommeli* de Timor								
	ti	Marnes à *Pseud. illyrica*, *Av. Bronni*, *Daonella indica*																	Couches de Wengen.	Muscheltalk principal. Groupe de l'anhydrite.
	t,,,	Grès en plaquettes.																	Calcaire de Prezzo. Schistes de Buchenstein.	
Dinarien	t,,a et t,,	Calcaires compacts à faune de la Marmolata et d'Esino et calcaires à faune de Recoaro					Couches à *Ceratites Airavata*.						Couches de Nippon à *Anolcites* et *Arpadites*. Couches de l'Oussouri à *Ptychites*							
	t,a	Calcaire marneux à faune de Recoaro et du Wellenkalk.				Calcaire à *Monophyllites*								Calcaire massif à *Buddhaites*, *Ptychites*, *Meekoceras*. Couches à *Rh. Griesbachi*. Calcaire rouge de Chitichum ?		Calcaire à bivalves et calcaire à *Ceratites* supérieur.		Muschelkalk alpin	Dolomie de Mendola. Calcaire de Dont, de Recoaro et de l'Inferno. Calcaire de Virgloria.	Wellenkalk.
	t,	Grès en plaquettes et grès jaunes à *Myophories*.								?										
Werfénien — Tikoutien.	t1a	Grès et schistes marneux et marnes bariolées à *Myophoria elegans*, *M. laevigata*, etc. de Ten-fen-tchouang, Sui-long-tien, Tsin-chouei-tang, Tchou-yuen, de la région de Mi-len.					Couches à *Inyoites*, *Danubites*, *Avicula pecten Griesbachi*, *Myophoria laevigata*	Couches à *Myophoria elegans*.	?	?	?		Couches à *Ceratites subrobustus* de Mengilach.	Calcaires de Spiti à *Ceratites subrobustus* et *Flemingites*, couches de Cachemire à *M. ovata* et du Ladak à *Flemingites peregrinus*		Grès à *Ceratites*.	Calcschistes de Djoulfa à *Myoph. ovata*. Grès de Bokhara et du Darvaz à *Myophoria ovata*.	Couches de Werfen à *Tirolites*.	Couches de Kampil et de Seiss à *Tirolites*	Roth. Grès à *Voltzia*. Grès bigarré principal.
Gandarien	t1	Grès grossiers et psammites rouge-brun à niveau de charbon à *Megalopteris nicotianaefolia* de Toutza, Je-chouéi-tang, I-wi-chao, Tsin-tsi-kenou, etc.	?	?	Couches de Lin-pa-kou à *Megalopteris nicotianaefolia*								Grès à *Meekoceras boreale* et *Proptychites* de l'Oussouri.	Couches à *Prionolobus Noetlingi*.		Marnes à *Ceratites*.				Grès vosgien. Grès de la Hardt
Gangetien.					Couches à *Lecanites* aff. *psilogyrus* de Kwen-tang.	Couches à *Ophiceras*.			Couches à *Danubites* d'Attopen.					Couches supérieures à *Otoceras* de Spiti, Niti.		Calcaire inférieur à *Ceratites*				

Mais je considère comme certain que cela est dû seulement à l'action de l'érosion et que les dépôts continentaux rhétiens se sont formés dans le Yun-nan oriental, établissant une liaison entre ceux du Tonkin et de la Haute Rivière Noire et ceux du Sseu-tchoan et de la frontière du Yun-nan oriental et du Kwéi-tchéou.

C'est pourquoi, je crois utile de reproduire ici, pour compléter l'ensemble de nos données sur le Yun-nan les déterminations de M. Zeiller (1) sur les plantes rapportées par M. Leclère, des gisements de Taï-ping-tchang, dans la région de Ma-chang à la limite du Sseu-tchoan et du Yun-nan ; de Kiang-ti-ho au point d'intersection des trois frontières du Yun-nan, du Kwéi-tchéou et du Kwang-si, de Tchong-king (Sseu-tchoan, échantillons rapportés par M. Duclos). M. Zeiller s'exprime ainsi :

« 1° Tai-ping-tchang sur la limite du Yun-nan et du Sseu-tchoan, à l'est de Young-péi-ting. Fougères : *Cladophlebis Roesserti* Presl. (sp.) ; *Ctenopteris* n. sp., identique à une espèce encore inédite du Tonkin à très grandes pinnules, rappelant quelque peu le *Nilssonia Blasii* Brauns ; *Taeniopteris* n. sp. à frondes simples, à mesures épaisses, analogue au *Taeniopteris immersa* Nathorst ; *Glossopteris indica* Schimper, représenté par des frondes à nervation pauciaréolée tout à fait semblable à celle que j'ai observé sur certains échantillons de l'Inde, provenant du South Rewale, *Dictyophyllum exile* Brauns (sp.) ; *Clethropteris platyphylla* Goepp.

Parmi les *Cycadinées* : un *Pterophyllum* à folioles assez larges, tronquées à leur sommet, affine, d'une part, au *Pteroph. longifolium* Brongniart du Keuper, d'autre part à certaines espèces des couches indiennes de Rajmahal ; *Anomozamites inconstans* Brauns (sp.) ; enfin deux petits fragments de frondes qui bien qu'assez incomplets, semblent devoir être rapportés sans hésitation au *Ptilophyllum acutifolium* Morris, des Upper Gondwanas de l'Inde.

L'ensemble de ces formes, comprenant à la fois des espèces du Trias et des espèces du Lias de l'Inde, des espèces du Rhétien d'Europe, conduit à rapporter le gisement de Tai-ping-tchang à l'étage rhétien de même que ceux de Hongay et de Kebao, au Tonkin, avec lesquels il présente une remarquable similitude de flore.

2° Kiang-ti-ho, à la limite commune du Yun-nan, du Kwéi-tchéou et du Kwang-si.

Les plaques de grès micacé rapportées de ce gisement renferment une Pécoptéridée à nervation indistincte, mais ressemblant beaucoup, comme contours, au *Cladophlebis Roesserti*, le *Glossopteris indica*, et des lambeaux de frondes très incomplets, mais qui d'après les crénelures de leur bord, comme d'après ce qu'on peut discerner de leur nervation, semblent devoir être rapportés au *Clathropteris platyphylla*.

3° Tchong-king, dans la région orientale du Sseu-tchoan, sur le Yang-tseu-kiang « gisement déjà signalé par V. Richthofen, renfermant *Podozamites distans* Presl. (sp.). « Ces diverses localités paraissent correspondre par leur flore aux gisements du Tonkin et pouvoir être classées les unes et les autres dans l'étage rhétien. Il n'est pas sans intérêt de constater dans ces gisements de la Chine méridionale comme dans ceux du Tonkin, la présence du genre *Glossopteris* ».

Ainsi pendant le Rhétien l'existence d'une grande terre comprenant le Sseu-tchoan, le Yun-nan, la Chine méridionale, le Tonkin et la plus grande partie de l'Indochine s'affirme ; les dépôts marins étant rejetés dans la région birmane comme l'ont montré les travaux récents de Miss Healey (2) et dans la région de Malacca (grès à *Myophories* et *Pecten valoniensis*) et limités vers le S. O. par le Gondwana. Au Sseu-tchoan, M. V. Loczy a fait connaître dans le « grand Bassin Rouge » une flore rhétienne intéressante, mais où manquent les espèces du Gondwana qui existent au Yun-nan (3), flore que l'on retrouve au Japon dans la Chine septentrionale, dans le bassin de l'Amour (4).

---

(1) R. Zeiller. *Sur quelques plantes de la Chine méridionale*. C. R. Acad. Sc. CXXX, 22 janv. 1900

(2) *The Fauna of. the Napeng beds or the Rhetic beds of Upper Burma*. Pal. Indica. New séries. Vol. 11. 1908.

(3) Les espèces citées par V. Loczy au Sseu-tchoan, provenant des gisements de Hoa-ni-pou et Kwan-yuen sont : *Cycadinocarpus kanowskia rigida* Heer, *Taxites latior* Schenk, *Anomozamites Loczy* Schenk, *Podozamites lanceolatus* Heer, var. *distans* Pressl., *Pod. lanceolatus* Heer, var. *genuinus* Heer, *Podozamites gramineus* Heer, *Asplenium Whitbyense* Heer, *Adiantum Szechenyi* Schenk, *Oleandrinium eurychoron* Schenk.

(4) Sur la frontière du Kwéi-tchéou et du Yun-nan oriental M. Monod a cité (*Contribution à l'étude géologique des provinces méridionales voisines de la Chine* p. 15) la présence d'une ammonite qu'il détermine comme étant probablement une *Schlotheimia*. Si cette assimilation est véritable il se pourrait qu'il y ait une liaison entre ce point et les dépôts à *Schlotheimia* de Hosoura (province Rikusen) au Japon Les couches qui renferment la *Schlotheimia* de M. Monod reposent suivant son dire, sur des couches à *Glossopteris indica* et *Cladophlebis Rœsserti*. Ce point appelle de nouvelles recherches.

CHAPITRE IV

Dépôts tertiaires et pléistocènes.

Les dépôts tertiaires que l'on rencontre au Yun-nan appartiennent *uniquement* à l'ordre des formations lacustres ou fluvio-lacustres et d'une façon presqu'absolue il est impossible de les séparer des dépôts similaires pleistocènes. Ils se sont formés dans des cuvettes lacustres dont plusieurs, occupées encore à l'heure actuelle par les eaux, montrent une extension considérable.

Il n'existe au Yun-nan aucune cuvette lacustre plus ancienne que le Pliocène. — A ce sujet, on doit rejeter une hypothèse injustifiée de M. Leclère qui dans son *Etude géologique et minière des provinces chinoises voisines du Tonkin* s'exprime ainsi : « La plupart des bassins quaternaires contiennent des couches de lignite... ..... Les strates profondes de ces bassins peuvent appartenir non seulement à l'époque tertiaire, mais peut être même à l'époque secondaire, à laquelle remonte l'émersion de la contrée. Ces strates constitueraient ainsi un sujet d'études particulièrement intéressant ». Il est à peine besoin de démontrer combien une pareille proposition est mal justifiée, le Yun-nan étant une région de plissements himalayens intenses, on ne se rend pas compte de la manière dont des cuvettes lacustres se seraient maintenues pendant la formation des plissements et des charriages. Il est vrai que M. Leclère considère le Yunnan « comme une région tabulaire non plissée » ; partant d'une donnée aussi inexacte, il n'est pas étonnant qu'il ait pu aboutir à des conclusions semblables.

Une autre raison s'oppose à l'antiquité des lacs yunnanais, c'est que la plupart sont des lacs de fracture qui ont pris naissance au moment de la production des cassures avec effondrement pliocènes (figs. 177 178 atlas). Je montrerai cela dans l'étude tectonique. Ces effondrements ont donné naissance à de longues dépressions en chapelet souvent très profondes et de dimensions considérables, dans lesquelles se sont réunies les eaux ; puis peu à peu, la capture successive de ces lacs s'est effectuée, leur niveau s'est dès lors abaissé rapidement laissant à découvert sur leurs flancs des placages fossilifères. Ils ne remontent donc pas plus haut que le Pliocène, et depuis leur formation jusqu'à nos jours ; ils se sont maintenus sur le même emplacement, en diminuant peu à peu. La faune qu'on y recueille est du reste très intéressante, car on y constate la présence d'espèces, actuellement vivantes, étroitement reliées aux espèces fossiles dans les terrasses et les placages laissés à découvert et dont elles ne sont que des variétés à peine modifiées. Ainsi pendant l'évolution physique des lacs, les espèces qui y vivaient évoluaient également d'une façon continue et du Pliocène à l'époque actuelle, la faune a persisté avec de légères modifications (1).

Il est impossible de songer à établir une limite entre les sédiments pliocènes lacustres et les sédiments quaternaires accumulés dans une même cuvette, la sédimentation ayant été continue et généralement très détritique, formée de sables, grès, conglomérats fluvio-lacustres et par suite pauvre en restes fossiles convenablement conservés ; la sédimentation s'est accomplie dans les grands lacs pliopleistocènes yunnanais d'une façon assez troublée ; la prompte croissance en altitude due aux mouvements épéirogéniques amenait une érosion rapide et la précipitation dans les cuvettes lacustres de terrains de transport par l'intermédiaire de rivières torrentielles ; en effet les dépôts actuellement mis au jour par le retrait des eaux offrent souvent l'aspect de deltas torrentiels aux couches inclinées. Ces conditions étaient évidemment très défectueuses pour la conservation des restes animaux.

L'établissement des grandes cuvettes lacustres actuelles date donc du Pliocène. D'une façon générale, les mouvements épéirogéniques ont exercé peu d'influence sur la disposition des dépôts lacustres, mais cependant dans un certain nombre de cas, ils ont été dérangés de l'horizontale et dans celui des calcaires lacustres de Tchong-tchai, assez fortement plissés ; dans le bassin de Mong-tseu également on observe par endroits des ondulations, faibles il est vrai, dans l'allure des calcaires marneux ; car les faits d'observation dans l'histoire des mouvements épéirogéniques offrent une complexité plus grande que celle de

(1) Il serait du plus haut intérêt d'étudier de façon approfondie la faune actuelle des grands lacs yunnanais dont quelques-uns, comme le lac de Tang-tsong offrent des fonds de plus de 100^{m}.

simples mouvements verticaux ayant relevé la région en bloc et provoqué des cycles d'érosion successifs, et dans certaines directions ils ont offert des gauchissements, des flexures, et les failles qui avaient provoqué la formation des bassins lacustres ont rejoué.

Calcaires a grosses oolithes de Tchong-tchai. — Le gisement des calcaires roses à grosses oolithes de Tchong-tchai est par sa position un des plus remarquables parmi les dépôts lacustres tertiaires du Yun-nan. Il forme un vaste lambeau incliné vers l'O., d'un km. de large environ, très plissé; coupé brusquement à l'O. par une faille près de Ta-tchai, faille qui le met en contact avec le Trias supérieur relevé à la verticale. A l'E. il surplombe, coupé à pic, le ravin de Tchong-tchai qui descend vers le Pa-ta-'ho. Au nord, il surplombe également le Pa-ta-'ho. Partout où il est coupé à pic, on le voit nettement reposer en discordance complète sur les couches relevées du Trias supérieur, (fig. 74 atlas). Il est donc incontestablement posthimalayen. D'autre part, ses plis sont très accusés ; on les observe avec la plus grande facilité entre Tchong-tchai et Ta-tchai où le sentier circule sur les calcaires lacustres eux-mêmes. Nous avons donc ici le témoignage irrécusable de plissements très appréciables postérieurs au dépôt de ces calcaires, probablement pliocènes puisqu'ils sont postérieurs aux mouvements himalayens. Leur allure sur les plis décapés montre qu'ils se sont formés dans une région extrêmement travaillée déjà par l'érosion et en effet, ils se présentent à peu près au niveau des crêtes régulières qui forment les restes si caractéristiques de l'ancienne pénéplaine sculptée dans le Trias supérieur de la région du Pa-ta-'ho (fig. 1 texte). Cette région devait être occupée alors par un ou plusieurs grands lacs dans lesquels une sédimentation tranquille permettait la formation de calcaires. Le faciès de ces calcaires est tout à fait typique et nulle part au Yun-nan je n'ai observé d'autre formation semblable. Les couches épaisses d'une trentaine de mètres débutent par un poudingue épais d'environ 2^{m}, que surmonte un calcaire rose, se brisant sous le marteau en grandes esquilles, et par endroits rempli de grosses concrétions oolithiques à larges couches concentriques, variant de 1 à 4 cm., souvent ces grosses pseudooolithes se soudent les unes aux autres, donnant des masses irrégulières du plus curieux effet, les calcaires sont malheureusement d'une pauvreté frappante en restes organiques et je n'ai pu y trouver, malgré de longues recherches, que des sections de petits *Cyclostomes* absolument indéterminables. Il faut donc se contenter de leur position discordante sur les plis himalayens pour leur attribuer un âge approximatif qu'il est interdit de préciser.

Plus tard le Pa-ta-'ho et ses affluents en sculptant profondément la pénéplaine ont, après le videment des lacs, creusé les calcaires et ensuite leur substratum plissé, les laissant ainsi en surplomb au-dessus des vallées.

Bassins pliopléistocènes et récents. — *Formations lacustres, alluvions : le loess au Yun-nan.*

Les deux cartes juxtaposées fig. 177 et 178 (atlas) montrent clairement la diminution de superficie des lacs pliocènes et quaternaires et même le dessèchement total d'un bon nombre d'entre eux ; d'autres, au contraire, persistent encore aujourd'hui ; comme, depuis leur formation jusqu'à nos jours, la sédimentation y a été continue, il est très difficile d'y distinguer des étages successifs. Dans certains d'entre eux du reste, comme le bassin de Lin-ngan par exemple, la sédimentation a été d'une extrême monotonie et on n'y observe de bas en haut que des grès sableux, des marnes fines, sans la moindre intercalation calcaire, et parfois du véritable loess. La faune y est en général, par suite des conditions énoncées plus haut, d'une pauvreté remarquable.

La plupart de ces bassins contiennent des dépôts de lignite généralement exploités actuellement par les villages proches des gisements, qui s'en servent pour des usages domestiques.

Je décrirai sommairement les principales de ces dépressions lacustres, de conditions monotones au point de vue stratigraphique et offrant par contre un intérêt des plus grands dans l'étude physiographique des cycles d'érosion.

Bassin de Mong-tseu. — Encadré par de grandes failles qui le limitent par des escarpements importants, ce vaste lac n'est plus aujourd'hui réduit qu'à de grands étangs marécageux. Il n'y a pas de tranchées suffisantes pour observer de bonnes coupes de la série des différents niveaux, on peut cependant se rendre compte que l'ensemble est formé de marnes grises et verdâtres à la base avec des bancs calcaires marneux jaunâtres se brisant en petits parallélipipèdes et contenant des *Paludines* et des *Planorbes*

trop écrasés pour qu'on puisse en faire état. Ces formations appartiennent au Pliocène. Elles ont été suivies de l'accumulation dans le lac d'alluvions tantôt caillouteuses, tantôt sablo-argileuses à stratification souvent inclinée et de loess typique offrant une épaisseur énorme. Ces formations sont actuellement sculptées par l'érosion en hautes collines arrondies. Leur puissance témoigne de l'intensité de la dégradation de la région par les torrents, érosions extrêmement violente et frappante provoquée par la rapide élévation en masse de la région pendant le Quaternaire. Il est non moins frappant de constater avec quelle vitesse ces formations ont à leur tour, dès que le niveau du lac s'est abaissé, été attaquées par le travail des eaux; ensemble de faits montrant la persistance pendant tout le Quaternaire du mouvement d'élévation vertical, mouvement qui paraît encore persister à l'heure actuelle.

Dans les eaux des étangs marécageux de Mong-tseu vivent encore actuellement des spécimens d'une *Paludine* de grande taille, fortement carénée et ornée de tubercules dont on a fait le genre *Margarya* (1). Des lambeaux d'argiles, anciens témoins de l'extension du lac, s'étagent jusqu'à une hauteur d'environ 30 m. Ces lambeaux sont rares et petits ; l'érosion actuelle qui s'est exercée puissamment sur les flancs du bassin n'en a laissé subsister que des affleurements très restreints ; par contre la plaine même de Mong-tseu en est formée et ces argiles reposent sur les calcaires marneux pliocènes. Or ces formations sont remplies de *Margarya* ; autour de Mong-tseu la moindre excavation traversant le manteau peu épais de graviers qui tapisse actuellement le fond de la plaine rencontre immédiatement de véritables faluns coquilliers formés de *Margarya melanioides* Nevill à l'état fossile, et différant un peu des formes actuelles. Les formes anciennes sont moins globuleuses, plus allongées et à carènes plus saillantes que celles qui vivent actuellement dans les eaux du lac (2). On recueille ainsi :

Margarya melanioides Nevill var. *Monodi* Dautz. et Fisch.

Bassin de Mien-tien et petits bassins entre Mien-tien et la dépression de Mong-tseu. — Le bassin de Mien-tien offre comme l'indique la Carte géologique une assez grande extension. Les dépôts plio-pleistocènes fortement ravinés sont comme dans la partie septentrionale du bassin de Mong-tseu sculptés en collines arrondies. Les alluvions récentes marquent par endroits les formations plus anciennes. L'épaisseur des dépôts est remarquable : elle atteint *au moins 100m*. Les couches les plus anciennes sont formées par des marnes grises et verdâtres et des grès avec intercalations de couches de lignite d'épaisseur variable. M. Lantenois a attribué 1 m d'épaisseur à celle de Mien-tien. Au-dessus vient une épaisse série de grès argileux gris blancs ou roses, contenant des rognons de fer hydroxydé et à peu près horizontale. Cette formation éminemment détritique est, malgré qu'elle ne remonte pas plus loin que le Quaternaire le plus récent (et même probablement se rapporte aussi au commencement de l'ère moderne), déjà profondément atteinte par les agents d'érosion ; le Lin-ngan-ho et ses affluents s'y sont creusés des vallonnements d'un quarantaine de mètres de profondeur. Il faut noter ici l'existence de *loess* en bancs intercalés dans ces formations qui répond rigoureusement à la définition qu'en a donné V. Richthofen (3) ; c'est bien cette terre si fine que lorsqu'on la brise entre les doigts il ne reste plus que quelques grains de sable et qu'elle pénètre dans les pores de la peau. Malgré cette mobilité elle forme parfois des à-pics appréciables et offre une structure poreuse extrêmement fine. Dans le bassin de Mien-tien le loess proprement dit est seulement épisodique par rapport aux grès fins marneux qui forment la majorité des dépôts quaternaires, bien que ces

(1) Nevill, Journ As. Soc. Bengal, vol. XLVI, 1877 p. 30.

(2) Il est à noter que le polymorphisme de cette espèce est considérable et MM. Daitzenberg et Fischer ont montré (*Liste des Mollusques récoltés par* M. H. Mansuy *en Indochine et au Yun-nan* et *Description d'espèces nouvelles.* Journal de Conchyliologie, 4e trim 1905) que les figurations de Neumayr, Mabille, Nevill et Heude doivent être toutes rapportées à une même espèce.

(3) *China*, vol I. pp. 56-58 « Der Löss von China ist, wie der des Rheins, eine Erde von braungelber Farbe, so mürbe das man ihn mit Leichtigkeit zwischen des Fingem zerreiben Kann, und doch zugleich so fast, dass er an Stellen, wo zerstorende Einflüsse, z. B. fliessendes Wasser, ein Abbrechen grosser Massen verursacht haben, in vollkommen senkrechten Wonden von mehreren hundert Fuss Hohe ansteht... In dieser Form ist die Innere structur seiner machtigen Ablagerungen haufig auf betrachtliche Entfernung den Flusslaufen entlang entblosst. Er ist so feinerdig, dass man ihnfast ganz in den Poren der Haut einreiben Kann ; es bleiben dann nur noch einige feine Sandkornchen zurück deren Menge nich immer gleich ist..... Aber auch abgesehn von diesen bestimmt begrenzten, gestreckten Hohlraümen hat die Erde zwischen ihnen ein lockeres poroses Gefuge, und besitzt nicht jene dichte Textur wie die anderen Erdarten, z. B. den Thonen, Letten, und manchen Lehmen eigen ist ».

derniers offrent une affinité évidente avec le loess typique et ne s'en distinguent guère que par une abondance un peu plus considérable des grains sableux. Quant à la genèse de ces dépôts on ne peut leur appliquer une meilleure définition que celle donnée par Bailey Willis à propos de sa 'Huang 'tu formation de la Chine nord-occidentale.

« The genesis of the Huang-t'u is also a physiographic rather than a stratigraphic question, and the reader is referred to the account of the stage of initial aggradation, the Hin-chou stage. Our understanding of it may here be summarized as follows : in central and eastern China, in consequence of a change of from moist to aride climate, a deep layer of decayed rocks was denuded of vegetation and exposed to effects of winds and occasional rains. The disintegrated material was transported and sorted, both by wind and water ; wind being the more effective agent during the dry seasons and in wide plaines ; waters doing a larger work during the dry seasons and in river valleys. Sorted and transported repeatedly and alternatively by winds and waters, the material came to consist in great part of fine dust, the loess, which both agents could carry in largest amount, but this was always mingled, as it is now with some coarser sand and gravels introduced by flood waters ». C'est absolument ce qui s'est passé ici dans les grands bassins entourés de régions désertiques et dénudées ; du reste, il y avait largement à proximité les matériaux nécessaires pour permettre l'accumulation de loess dans les dépressions, car les marnes et les fins grès marneux du Cambrien et du Dévonien inférieur ou du Trias qui forment au Yun-nan des affleurements immenses donnent sur place des produits pulvérulents d'une finesse extrême qui, transportés au loin par le vent, sont tout indiqués pour donner un loess typique par leur accumulation dans les dépressions lacustres. A l'heure actuelle ce transport de marnes pulvérulentes se produit sur une vaste échelle au Yun-nan ; la surface du Cambrien par exemple, ravinée par le vent journalier d'hiver sec, froid et violent, fournit sans arrêt une impalpable poussière qui se répand surtout dans les parties basses, et en quantité moindre un peu partout, sur les pentes des montagnes. Au moment des pluies d'été cette poussière est emportée par les eaux et va former dans les bassins sans écoulement des dépôts alternant avec des couches sableuses ; de sorte que sur une échelle plus faible que pendant le Quaternaire le loess se forme encore actuellement dans certaines dépressions.

Les points où le chemin muletier circule dans le loess et les formations qui s'en rapprochent sont tout à fait typiques ; les tranchées sont en général à parois verticales, découpées par les pluies en aiguilles ; une poussière épaisse, produite par le passage des caravanes, couvre le chemin.

D'une façon générale le loess n'offre pas une extension considérable dans le bassin de Mien-tien ; le Lin-ngan-'ho et ses affluents l'ont fortement dégradé. Il est remarquable de constater la teinte jaune de l'eau du Lin-ngan-'ho et des moindres torrents lors des pluies ; l'eau se charge des particules impalpables du loess qu'elle ravine et devient une véritable vase très diluée ; la destruction des collines formées par les dépôts quaternaires se fait ainsi avec une rapidité énorme.

Entre le bassin de Mien-tien et la dépression lacustre de Mong-tseu s'échelonnent le long de la faille de bordure du massif de Ko-tiéou une série de petits bassins profonds, aux versants rapides, qui jalonnent comme autant de dépressions fermées la ligne de fracture. En général, ils offrent simplement des accumulations d'alluvions caillouteuses et sableuses comme l'a indiqué M. Lantenois, avec la stratification inclinée caractéristique des deltas torrentiels ; certaines de ces accumulations offrent tous les caractères d'anciens cônes de déjection actuellement démolis en grande partie.

Entre Touan-tchai et Tsi-kay, le loess recouvre en grande partie les collines arrondies de calcaire triasique, alternant avec des bancs de grès sableux. Près de Ien-fen-tchouang affleurent des lignites « composés de 5 ou 6 couchettes de 5 à 15 centimètres d'épaisseur chacune avec des entre-deux marneux. Le lignite a un aspect ligneux » (Lantenois) [1].

---

[1] M. Lantenois a recueilli dans les marnes de Ien-fen-tchouang des empreintes de feuilles que M. Laurent a déterminées comme *Poacites* sp., *Alnus Lantenoisi* Laur ; De Pe-kia-tchouang près de Mien-tien, il a signalé également *Alnus Lantenoisi*. (*Note sur quelques échantillons de plantes tertiaires du Yun-nan*, Annales des Mines, avril 1907) et ses conclusions sur ces restes sont les suivantes : « Toutefois la présence dans le Yun-nan de types tout à fait rejetés à l'est à l'heure actuelle, et les points de contact, qui nous offrent des analogies, sans nous fournir d'identités absolues, semblent à notre sens, nous faire remonter un peu dans la suite des siècles géologiques, sans pourtant nous éloigner beaucoup de l'époque tertiaire supérieure, pendant laquelle les types se sont localisés d'une manière définitive, et dans des espaces quelquefois très restreints ». Ceci confirme notre attribution de ces dépôts au Pliocène.

Bassin de Lin-ngan. — Le bassin de Lin-ngan est une vaste étendue à peu près plane, de 250 km². environ. Les couches profondes n'affleurent pas ; mais les marnes lacustres pliocènes s'y trouvent en profondeur, renfermant près de Si-tchouang une couche de lignite de 5 m. d'épaisseur, exploitée par des puits profonds de 30 m. Au-dessus les dépôts du loess et les grès fins sableux qui l'accompagnent s'étendent largement au N. O. du bassin, formant une immense étendue plane à travers laquelle affleurent des barres de calcaire dévonien très arrondies, comme près de Nan-tchouang. Autour de Lin-ngan, le Lin-ngan-'ho a complètement déblayé le loess et remblayé avec des alluvions récentes, formant un domaine installé en rizières ; ses affluents ont au N. O. du bassin, taillé dans le loess des ravins à fond large que les eaux remplissent au moment des crues, avec des parois généralement rapides et le plus fréquemment verticales ; le plus souvent, pour qui se trouve à la surface de la vaste plaine formée par les dépôts quaternaires, on ne soupçonne rien de la présence des ravins qui se révèlent brusquement quand on arrive sur leur bord. Tout indique que le creusement des cours d'eau actuels s'est effectué avec une très grande vitesse dans la masse des alluvions et du loess qui forment cette grande étendue plane. La teinte jaune du sol est très particulière ; il faut y joindre la couleur caractéristique des maisons de certains villages dont les briques de terre non cuites sont faites avec l'argile jaune du loess et qui se confondent avec la teinte du sol environnant. La bordure du bassin de Lin-ngan au N. avec des entailles profondes montrent la grande épaisseur des grès colorés et du loess.

Bassins de Ie-ma-tchouang et de Kouan-in. — Le bassin de Ie-ma-tchouang forme une petite cuvette fermée dans laquelle on observe des marnes bleues lacustres, avec des grès et des poudingues, M. Lantenois a trouvé dans les marnes des empreintes de feuilles indéterminables.

La vaste plaine de Kouan-in traversée par le Kiou-kiang offre un développement puissant des marnes et des bancs gréseux pliocènes. Je n'y ai pas trouvé trace de fossiles. Les grès sableux et le loess quaternaires couronnent ces formations. Le Kiou-kiang les a profondément creusées et sur le flanc sud de sa vallée, les torrents affluents ont creusé dans la masse des terrains de transport quaternaires des ravins d'une profondeur atteignant jusqu'à 80 m. et dont les flancs verticaux très rapides rappellent l'allure des ravins entaillés dans le loess de la « Huang-tu formation » de la Chine nord-occidentale et dont Bailey Willis a donné d'excellentes et suggestives photographies (1). Les parois de ces ravins s'écroulent sans cesse par énormes tranches verticales.

Bassin de Sin-hin. — Marnes bleues pliocènes avec banc de lignite. Couverture d'alluvions récentes.

Dépôts pléistocènes des environs de Kiang-tchoan. — J'ai montré antérieurement que les deux lacs de Tch'eng-kiang et de Kiang-tchoan (ou Sing-yun-hou) n'en formaient qu'un avant la capture du lac de Tch'eng-kiang par le Tié-tchen-'ho, capture qui provoqua un abaissement énorme et amena par suite une séparation des deux lacs ; dans l'espace laissé libre par le retrait des eaux et où s'élève la ville de Kiang-tchoan, on observe encore actuellement une grande abondance de grès sableux et de marnes qui remplissent aussi entre la plaine de Kiang-tch'oan et le lac de Tch'eng-kiang le détroit qui réunissait les deux lacs. Les sédiments gréseux lacustres ont été en grande partie fournis par les grès grossiers moscoviens environnants. La formation gréseuse quaternaire s'observe nettement en descendant de la plaine de Kiang-tchoan au lac de Tch'eng-kiang.

Dépôts a margarya de Tong-'hai et de 'Hai-men-kiao. — Au-dessus du lac de Tong-'hai ou Ki-lo-hou, on observe des placages d'argiles remplis de *Margarya*. M. Mansuy y a recueilli :

Margarya melanioïdes Nevill var. *Mansuyi* Fisch. et Dautz.

M. Mansuy a observé que les formes recueillies sont de plus grande taille et à dernier tour plus développé que celles de Mong-tseu.

---

(1) *Research in China*, vol. I, planches XXIV, à XXVII et XXXIV.

A 30 m. au-dessus du lac de Kiang-tchoan, à côté de la localité de 'Hai-men-kiao où s'ouvre le déversoir qui conduit au lac de Tch'eng-kiang, j'ai trouvé dans une grotte d'intéressants placages de marnes à *Margarya* et sur les parois des enduits cimentés contiennent ces fossiles. Comme à Tong-'hai la forme s'écarte de la forme vivant actuellement dans le lac :

Margarya melanioïdes Nevill var. *Mansuyi* Fisch. et Dautz.

Bassin de Pou-tchao-pa et Siao-long-tan. — L'ancien bassin pliocène de Pou-tchao-pa a une longueur de 6 km. et une largeur de 3. La ligne du chemin de fer le traverse en partie. Il a déjà été étudié par M. Lantenois qui a décrit en ces termes l'importante couche de lignite qu'on y rencontre : « L'exploitation faite entièrement à ciel ouvert, est située à quelques centaines de mètres du village du Lao-ma-kay, rive droite du Pa-ta-'ho. — La couche mise à nu grâce à une coupure naturelle creusée par un petit affluent du Pa-ta-'ho, a environ 20 m. d'épaisseur et consiste en lignite brun avec intercalations nombreuses de bancs marneux très durs contenant *Planorbes et Paludines*. — Sur la rive gauche du Pa-ta-'ho, j'ai retrouvé la couche, mais alors très mince et ayant tous les caractères d'un véritable cône de déjection dans un ancien lac ». M. Mansuy a fait une étude particulière de ce bassin tertiaire. Je transcris ici les notes qu'il m'a remises. « Les couches plongent faiblement vers le S. O. ou vers le S. S. O. (près de la mine de lignite)..... les couches de lignite, sont visibles sur 25 m. environ ; elles sont surmontées par un dépôt de calcaire fontigénique érodé. Les calcaires triasiques paraissent former le substratum ; ils apparaissent dans le lit du ruisseau qui traverse l'exploitation. Sur la rive gauche du Pa-ta-'ho, d'autres exploitations moins importantes sont ouvertes ; en cet endroit, le lignite est à environ 70 m. au-dessus du fond de la vallée. Une marne blanche alterne parfois avec les lits de combustible. Dans la grande exploitation on n'en voit pas traces ; là les lignites alternent avec des schistes charbonneux à coquilles lacustres écrasées.

Sur la rive gauche du Pa-ta-'ho à Siao-long-tan, ce cours d'eau recoupe des limons anciens sans cailloux roulés, qui n'ont pas été déposés par lui ; ces limons nous ont semblé stériles, excepté à la partie supérieure où l'on recueille en abondance des *Fossarulus*, caractéristiques de la faune lacustre quaternaire et actuelle du Yun-nan ». M. Mansuy signale dans l'horizon des lignites, des fossiles malheureusement en mauvais état :

Paludina sp.
Planorbis sp.
Planorbis sp.

A Siao-long-tan, il signale dans les limons quaternaires :

Melania Aubryana Heude

Les couches n'offrent pas toujours une horizontalité absolue dans le bassin de Pou-tchao-pa : en mettant à part les inclinaisons de couches dues nettement sur les bords du bassin au relèvement du fond, le dérangement, très faible il est vrai, est dû aux déformations orogéniques quaternaires :

Jullienia (Lacunopsis) Verneaui Mansuy
Melania Aubryana Heude var. *costellata* Mansuy
Melania Aubryana Heude var. *spiralis* Mansuy
Melania Aubryana Heude var. *cancellata* Mansuy
Melania Aubryana Heude var. *obsoleta* Fisch. et Dautz.
Melania Aubryana Heude

Bassin de Mi-la-ti. — Ce bassin pliocène a été étudié déjà par M. Lantenois. Tout à fait analogue aux précédents il ne présente pas de faits nouveaux. M. Lantenois l'a très suffisamment décrit en quelques mots : « Il existe deux groupes distincts d'exploitation qui font partie d'une même cuvette entourée presque entièrement par les calcaires carbonifères : La couche est intercalée dans des marnes bleues présentant des empreintes de feuilles et de coquilles. — J'ai constaté aux bords de la cuvette un pendage prononcé et une épaisseur de 1 m. 50 ; au centre de la cuvette, la couche est horizontale et l'épaisseur atteint, dit-on, 12 m. ». J'ai pu voir aussi le même point et n'ai rien à ajouter.

Dans les schistes ligniteux absolument pétris de coquilles écrasées et que l'on observe facilement un peu après la gare de Tche-ts'ouen, dans la tranchée du chemin de fer, on trouve des Paludines très carénées et qui, malgré leur mauvais état de conservation, rappellent à première vue les Vivipares (*Tylotoma*) de la faune levantine.

Outre les Gastropodes précédents la Mission Lantenois avait recueilli dans ce gisement de Mi-la-ti des empreintes de plantes sur lesquelles M. Laurent s'exprime ainsi « ..... Ils sont seulement suffisants pour indiquer qu'on doit chercher les termes de comparaison plutôt dans les types de la zone tropicale que dans ceux de la zone tempérée ».

Bassins de Pong-pou, Tchou-yuen, Mi-leu. — Les bassins d'effondrement de Pong-pou, Tchou-yuen, Mi-leu, offrent un grand intérêt au point de vue de leur étude physiographique, mais faible au point de vue stratigraphique. Dans les bassins de Pong-pou et Tchou-yuen effondrés le long de la grande faille qui va du bassin de Mi-leu au-delà d'A-mi-tchéou on ne voit pas affleurer de formations pliocènes et seulement sur leur bordure orientale apparaissent des couches sableuses ou gréseuses toujours en même temps finement argileuses, totalement dépourvues de fossiles, la plus grande partie des bassins est remblayée actuellement par des alluvions récentes.

Le bassin de Mi-leu, d'une considérable superficie, environ 130 kmq., offre une grande dépression encombrée de dépôts pliocènes et quaternaires d'une épaisseur énorme, dépassant certainement 150m., formées à la base de marnes blanchâtres surmontées par des grès sableux rouges ferrugineux qui, sous Mi-leu même, alternent avec des marnes et des lits vaguement ligniteux. La surface des grès est couverte de rognons de limonite. Un manteau de loess a recouvert le tout. Actuellement le Mi-leu-'ho a profondément creusé son lit dans l'axe de la dépression en entaillant fortement toutes ces formations, ses affluents ont naturellement fait de même, de sorte que la masse de remplissage plio-pléistocène commence à être fortement disséquée par le réseau tributaire du Mi-leu-'ho.

Les couches lacustres sont incontestablement dérangées de l'horizontale, bien que les mouvements orogéniques qui ont accompagné la surélévation pendant le Quaternaire, ne leur aient occasionné que de faibles courbures.

Bassin de Tang-tche. — Dans le petit bassin de Tang-tche, actuellement complètement recouvert par des alluvions récentes cultivées en rizières on observe sous ces alluvions une couche de marnes avec lignite exploité par les habitants pour les usages domestiques.

. . .

On peut se rendre compte par la description précédente de la monotonie des formations pliocènes et quaternaires dans le Yun-nan oriental. Les observations sont à peu près semblables dans chaque dépression lacustre.

Nous n'avons pas parlé de la grande dépression du lac de Kouen-yang, actuellement réduite à la moitié de sa superficie, non plus que des bassins de Iang-lin, de Siun-tien-tchéou, etc. Mais là le Pliocène, s'il existe, n'est visible nulle part. Dans le bassin de Yun-nan-fou seul on rencontre en divers points des alluvions quaternaires à *Margarya* fossiles tandis que des formes voisines vivent encore à l'heure présente dans les eaux du grand lac. Des environs de Kouen-yang, M. Mansuy a signalé dans les berges :

Margarya melanioïdes Nevill. var. *obsoleta* Fisch. et Dautz.

De même le lac de Tsin-chouéi-tang que j'ai étudié entre Po-shi et Ngan-pien-chao contient en abondance *Margarya melanioïdes* Nevill type, avec des *Corbicules*. Le lac est en retrait considérable et les mêmes espèces identiques, se trouvent à l'état subfossile dans des argiles laissées à découvert par le lac depuis un temps certainement très peu éloigné.

. . .

Je résumerai ainsi la serie stratigraphique pliopleistocène dans les divers bassins lacustres du Yun-nan. Les données sont en somme peu nombreuses et l etude des cycles d'érosion est beaucoup plus riche en faits. L'etude de ces terrains est en somme plus physiographique que stratigraphique.

ÉPOQUES		RÉGION DU PA-TA-'HO (EST D'A-MI-TCHÉOU)	BASSINS DE MIEN-TIEN ET IEN-FEN TCHOUANG, ETC.	BASSIN DE MONG-TSEU.	BASSIN DE KOUAN-IN ET IE-MA-TCHOUANG.	BASSIN DE LIN-NGAN.	BASSIN DE POU-TCHAO-PA.	LACS DE TONG-'HAI ET KIANG-TCHOAN.	TANG-TCHE	BASSIN DE SIN-HIN.	BASSIN DE MI-LA-TI ET PE-CHE-GAI.	DÉPRESSION DU LAC DE KOUEN-YANG.	DÉPRESSION DE MI-LEU.
Quaternaire.	Cycles d'érosion.	Erosion.	Erosion et cônes torrentiels.	Erosion et déjections torrentielles, argiles à *Margarya*.	Erosion et couches de graviers sableux.	Erosion.	Déjections torrentielles.	Placage d'argiles à *Margarya*.	Erosion.	Erosion.		Argiles à *Margarya*.	Erosion.
	Cycles de comblement.		Loess et alluvions sableuses.	Loess et alluvions sableuses.	Loess et alluvions sableuses.	Loess et alluvions sableuses.	Limons à *Mélanies* et *Jullienia*.	Grès et sables avec intercalations marneuses		Marnes et sables.		Marnes, sables et graviers.	Loess et sables.
Pliocène supérieur.			Marnes et sables à lignite.	Marnes et sables à lignite et calcaire marneux à *Paludines*.	Marnes bleues à plantes.	Marnes à lignite.	Marnes et schistes charbonneux à *Planorbes* et *Paludines* et lignite.		Marnes à lignite.	Marnes bleues à lignite.	Marnes et schistes marneux à *Paludines*.	?	Marnes et grès avec lignite.

Fractures et établissement des grandes dépressions lacustres.

Lorsque l'étude des cycles d'érosion aura été traitée dans la dernière partie de ce mémoire nous pourrons introduire dans cette série des divisions beaucoup plus précises.

Ce qu'on peut faire ressortir ici, c'est la persistance de grandes dépressions lacustres jusqu'à notre époque, depuis la fin du Pliocène, avec évolution très lente de la faune ; puisque la *Margarya melanioïdes* Nevill qui en est la caractéristique y existe depuis le milieu du Quaternaire au moins et a évolué lentement jusqu'à maintenant, succédant d'autre part aux Paludines carénées du Pliocène.

Certains lacs et non des plus petits se sont trouvés vidés rapidement avant le dépôt des couches à *Margarya*. C'est par exemple le cas de la dépression de Mi-leu.

CHAPITRE V

Notice pétrographique et chimique sur les roches éruptives moscoviennes et permiennes du Yun-nan oriental

Dans la description stratigraphique j'ai montré que des roches éruptives basiques jouent un rôle très important dans la partie orientale du Yun-nan ; leur développement est de plus en plus considérable à mesure que l'on avance vers le nord et entre Yun-nan-fou et le Kin-cha-kiang leur puissance est énorme. On n'observe en majorité que des roches de coulées formant d'épais épanchements, qui appartiennent minéralogiquement surtout au groupe des *basaltes ;* on observe égalemet des *andésites* plus rares. Ces roches sont accompagnées de puissantes intercalations de *cinérites* et de *tufs*.

Dans la région du haut Fleuve Bleu, j'ai rencontré des types de profondeur intéressants entre le Liou-chou-'ho et le Pou-tou-'ho.

L'analyse chimique des roches décrites ci-dessous a été faite par M. Pisani.

Aux résultats de l'analyse, j'ai joint l'étude chimique en me servant de la classification américaine et de celle de M. Michel Lévy, basée sur les paramètres magmatiques d'après le tableau ci-joint.

CHIFFRE DES ANALYSES %	CALCUL DE M. MICHEL LÉVY	PARAMÈTRES AMÉRICAINS	PARAMÈTRES MAGMATIQUES
k Potasse	Or Orthose	X % Total des éléments ferromagnésiens	$\Phi = \frac{Ssal}{2k+3n}$
n Soude	Ab Albite		$r = \frac{k}{n}$
c Chaux feldspathisable			
c' Chaux non feldspathisable	An Anorthite	$y = \frac{F}{Q}$ ou $\frac{F}{N}$	$\Psi = \frac{f}{m}$
f Total oxydes de fer	F Total des feldspaths		
m Magnésie		$\zeta = \frac{2k+3n}{c}$	
Ssal Silice des éléments blancs	Q Quartz		$U = \frac{f}{c+c'}$
Sx Silice des éléments ferromagnésiens	A Alumine en excès	$r = \frac{k}{n}$	
s Silice totale	Sal Total des éléments blancs		
T Acide titanique	X Total des éléments ferromagnésiens		

J'ai montré dans la description stratigraphique que des intercalations de coulées s'offrent à des niveaux différents dans le Paléozoïque, à la partie supérieure des grès rouges *h,b* moscoviens et dans le Permien supérieur ; c'est à cette dernière époque qu'appartiennent les énormes masses de laves anciennes de la région entre Yun-nan-fou et la boucle du Kin-cha-kiang.

Les grands épanchements volcaniques dont l'accumulation, coulées, tufs, cinérites atteint une épaisseur de 800 à 1.000 m. au minimum entre le Liou-chou-'ho et le Pou-tché-'ho sont assez monotones au point de vue de leur composition. J'en ai fait analyser un certain nombre que je vais décrire succinctement au point de vue minéralogique.

Syénite augitique de Vo-men-ko

Cette roche de profondeur offre à l'œil nu deux feldspaths, l'un rosé appartenant à l'*Orthose*, l'autre blanc à un plagioclase.

En lame mince, elle se montre formée de plages irrégulières d'*Oligoclase-Albite*, d'*Orthose*, *Augite*, *Hornblende*, *Ilménite*, *Sphène* avec des cristaux épars de *Zircon* et d'*Apatite*, cette dernière assez abondante ainsi qu'en témoignent 0,60 % de Ph^2O^5.

Par l'analyse on obtient :

$Ti\ O^2$	1,82
$Si\ O^2$	52,05
Al^2O^3	15,10
Ph^2O^5	0,60
$Fe\ O^3$	2,15
$Fe\ O$	5,67
$Ca\ O$	6,93
$Mg\ O$	2,44
Na^2O	6,10
K^2O	3,47
Perte au feu	3,10
	99,43

L'interprétation de cette analyse conduit aux résultats suivants :

CALCUL MICHEL LÉVY	PARAMÈTRES AMÉRICAINS	PARAMÈTRES MAGMATIQUES MICHEL LÉVY
Or = 20,1	X % = 18,0 Classe Dosalane.	Φ = 2,0 Alcalinosyénitique.
Ab = 51,7	y = 76,3 Ordre Germanare.	r = 1,4 Mégapotassique.
An = 4,5	z = 23,2 Rang Monzonase.	Ψ = 3,2 Ferromagnésien.
F = 76,3	r = 1,4 Subrang Monzonose.	U = 1,1 Mésocalcique.
Sal = 76,3		
X = 18,03		

Cette roche est une *Monzonose* à fumerolle *alcalinosyénitique* et *mégapotassique*, à scorie *ferromagnésienne* et *mésocalcique*. L'analyse chimique est facile à contrôler par les résultats de l'analyse optique qui nous a montré le plagioclase comme de l'*Oligoclase-Albite* ainsi qu'en témoignent les 6,10 de Na^2O contre 0,9 seulement de chaux feldspathisable ; les 3,47 % de K^2O corroborent la présence de l'*Orthose*. La proportion totale des alcalis est élevée, (k + n = 9,57) par rapport à la chaux feldspathisable.

Diabase augitique du pont du Pou-tché-'ho sous le col de Tsouen-tien-po

Un type de roche diabasique alliée aux roches d'épanchements permiennes affleure au fond de la vallée du Pou-tché-ho près du pont sous la mauvaise descente du col de Tsouen-tien-po.

Cette roche est formée d'éponges d'un plagioclase appartenant à l'*Oligoclase-Andésine*, séparées par un magma finement grenu et accompagnées de grands plages d'*Augite* vert-foncé ; c'est un accident minéralogique d'une diabase andésitique.

TiO^2	1,91
SiO^2	47,55
Al^2O^3	11,35
Ph^2O^5	1,15
Fe^2O^3	9,26
Fe O	2,34
Ca O	12,90
Mg O	6,06
Na^2O	4,35
K^2 O	0,67
Perte au feu	2,70
	100,24

CALCUL MICHEL LÉVY	PARAMÈTRES AMÉRICAINS	PARAMÈTRES MAGMATIQUES MICHEL LYVÉ
Or = 3,5..	X °/₀ = 48,0 Classe Salfemane.	Φ = 2,2 Alcalinosyénitique.
Ab = 36,4..	y = 50,3 Ordre Gallare.	r = 0,15 Persodique.
An = 10,4..	z = 1,6 Rang Auvergnase.	Ψ = 0,6 Magnésien.
F = 50,3..	r = 0,1 Subrang X.	U = 0,8 Mégacalcique.
Sal = 50,3..		
X = 48,3..		

Gabbro diabasique andésitique de la vallée du Pou-tché-ho

Roche de profondeur affleurant dans la vallée du Pou-tché-ho en aval du pont sous le col de Tsouen-tien-po. Les éléments minéralogiques tendent à y prendre le plus souvent la structure diabasique ; elle se montre formée de grands cristaux de *Titanaugite* violacé et de feldspath $Ab_3\ An_1$ à 44,8 d'*Albite*, ce qui en fait une *Oligoclase-Andésine*. L'analyse chimique offre les résultats suivants :

TiO^2	4,55
SiO^2	48.20
Al^2O^3	15,63
Ph^2O^5	0,38
Fe O	8,55
Ca O	6,90
Mg O	4,55
Na^2O	5,33
K^2 O	1,56
Perte au feu	4,50
	100.15

La teneur en Na^2O est un peu plus faible que dans le type précédent. L'interprétation de l'analyse chimique amène aux résultats ci-après :

CALCUL MICHEL LÉVY	PARAMÈTRES AMÉRICAINS	PARAMÈTRES MAGMATIQUES MICHEL LÉVY
Or = 8,9..	X°/₀ = 26,6 Classe Dosalane.	Φ = 3,0 Alcalinogranitique.
Ab = 44,8..	y = 69,1 Ordre Germanare.	r = 0,28 Mégasodique.
An = 15,4..	z = 5,3 Rang Andase.	Ψ = 1,0 Magnésien.
F = 69,1..	r = 0,28 Subrang Shoshnose voisin d'Andose.	U = 1,2 Mésocalcique.
Sal = 69,1..		
X = 26,6..		

Andésite de Wou-lou-si-chou

Roche gris clair, compacte, phéno-cristaux très rares, riche en microlites feldspathiques ; éléments ferromagnésiens formant le tiers de la roche. Phénocristaux de *Titanaugite*, *Ilménite*, *Sphène*, *Olivine* accessoire dans un magma de microlites d'*Augite titanifère* également, de *Magnétite* et d'un plagioclase en cristaux longs et fins se rapportant à l'*Oligoclase-Andésine*. L'analyse donne :

TiO^2	3,35
SiO^2	49,70
Al^2O^3	13,24
Ph^2O^5	0,26
Fe^2O^3	8,60
Fe O	4,05
Ca O	6,31
Mg O	3,21
Na^2O	5,28
K^2O	1,90
Perte au feu	4,00
	99,90

Cette analyse rapproche cette *Andésite augitique* du type décrit par Lawson de Sunium Point (Californie) sous le nom de *Carméloite*.

CACUL MICHEL LÉVY	PARAMÈTRES AMÉRICAINS	PARAMÈTRES MAGMATIQUES MICHEL LÉVY
Or = 11,2..	X°/₀ = 33,6 Classe Dosalane.	Φ = 2,1 Alcalinosyénitique.
Ab = 44,0..	y = 64,6 Ordre Germanare.	r = 0,36 Mésosodique.
An = 9,4..	z = 8,2 Rang Andase.	Ψ = 3,9 Ferromagnésien.
F = 64,6..	r = 0,3 Subrang Andose.	U = 2,1 Microcalcique.
Sal = 64,6..		
X = 33,6..		

Cette roche est une *Andose* à Fumerolle *alcalinosyénitique* et *mésosodique*, alliée à une scorie *ferromagnésienne* et *microcalcique*.

Labradorite de Tien-chann (Moscovien)

Roche grise à grain fin, dépourvue de phénocristaux. On observe une pâte de microlites de plagioclase appartenant à un *Labrador* où la proportion d'*Anorthite* est de 6 pour 5 d'*Albite*, avec *Titanaugite*, *Magnétite* ; rares phénocristaux de *Titanaugite* et d'*Ilménite* et un peu de *Sphène*. Les microlites sont de très petite taille.

On trouve à l'analyse :

TiO^2	2,32
SiO^2	48,75
Al^2O^3	17,41
Ph^2O^5	0,19
Fe^2O^3	1,40
Fe O	7,83
Ca O	9,68
Mg O	5,18
Na^2O	3,07
K^2O	1,27
Perte au feu	2,70
	99,80

L'interprétation de l'analyse fournit :

CALCUL MICHEL LÉVY	PARAMÈTRES AMÉRICAINS	PARAMÈTRES MAGMATIQUES MICHEL LÉVY
Or 7,1	X % 33,7 Classe Dosalane.	$\Phi = 3,0$ Alcalinosyénitique.
Ab = 25,4		
An = 30,3	y = 62,8 Ordre Germanare.	r = 0,4 Mésosodique.
F = 62,8		
Sal = 62,8	z = 1,8 Rang Hessase.	$\Psi = 1,7$ Magnésien.
X = 33,7	r = 0,4 Subrang Hessose.	U = 0,9 Mégacalcique.

La roche est une *Hessose* à fumerolle *alcalinosyénitique* et *mésosodique* et à scorie *magnésienne* et *mégacalcique*.

Basalte doléritique andésitique augitique sous le col de Tsouen-tien-po

Roche pourvue d'une structure doléritique typique. Le plagioclase en forme de gros microlites offres en moyenne 30 % d'*Anorthite* ce qui le place aux environs de l'*Oligoclase-Andésine* ; grosses plages de *Titanaugite* englobant parfois le plagioclase de façon à offrir localement la structure ophitique ; l'*Olivine* forme de gros grains irréguliers remplissant les intervalles, peu abondants et souvent transformés en *Bowlingite*. L'analyse donne :

TiO^2	4,37
SiO^2	44,85
Al^2O^3	11,76
Ph^2O^5	0,39
Fe^2O^3	5,20
Fe O	8,10
Ca O	9,03
Mg O	4,07
Na^2O	2,92
K^2O	1,70
Perte au feu	7,40
	99,79

Son interprétation fournit les résultats suivants :

CALCUL MICHEL LÉVY	PARAMÈTRES AMÉRICAINS	PARAMÈTRES MAGMATIQUES MICHEL LÉVY
Or = 10,1	X °/₀ = 46,6 Classe Salfemane.	Φ = 2,4 Syénitique.
Ab = 24,6		
An = 15,4	y = 52,1 Ordre Gallare.	r = 5,2 Mésosodique.
F = 52,1	z = 3,0 Rang Camptonase.	Ψ = 3,8 Ferromagnésien.
Sal = 52,1		
X °/₀ = 46,6	r = 0,5 Subrang Auvergnose.	U = 1,5 Mésocalcique.

Basalte doléritique à tendances ophitiques entre Ta-tzeu et Chou-kou

Roche lourde, foncée, en filons dans le Cambrien entre Ta-tzeu et Chou-kou. Grands beaux phénocristaux de plagioclase et de pyroxène dans une pâte doléritique ou ophitique.

Le premier temps offre de grandes plages de *Titanaugite* violacé, d'*Olivine* en grains irréguliers arrondis, d'*Ilmétite*, *Sphène* et *Magnétite* ; on remarquera l'abondance des minéraux titanifères, abondance qui du reste se traduit à l'analyse par 3, 70 °/₀ de TiO^2.

Le plagioclase forme de grands phénocristaux maclés suivent les lois de Carlsbad, de l'Albite et de la Péricline, zonés, s'éteignant dans la zone interne à 22°, 5 dans la zone de symétrie perpendiculaire à $g^1(010)$ ce qui en fait un *Andésine* à 37 °/₀ d'*Anorthite* ; la zone moyenne est formée par un plagioclase très voisin encore du précédent à 36 °/₀ An, tandis que la chemise extérieure s'éteint à 15° dans la zone de symétrie, ce qui en fait une *Andésine-Oligoclase* à 33 °/₀ d'*Anorthite*. Les microlites de plagioclase ont la même composition que la chemise extérieure des phénocristaux et appartiennent à l'*Andésine-Oligoclase* à 33 °/₀ An ; le reste de la pâte est formé de *Titanaugite*, *Olivine* et *Magnétite*.

TiO^2	3,70
SiO^2	47,40
Al^2O^3	13,96
Ph^2O^5	0,39
Fe^2O^3	2,30
Fo O	10,80
Ca O	7.65
Mg O	6,87
Na^2O	2,57
K^2O	1,62
Perte au feu	2,70
	99,76

CALCUL MICHEL LÉVY	PARAMÈTRES AMÉRICAINS	PARAMÈTRES MAGMATIQUES MICHEL LÉVY
Or = 9,5	X °/₀ = 48,2 Classe Salfemane.	Φ = 2,7 Syénitique.
Ab = 21,2		
An = 20,8	y = 51,5 Ordre Gallare	r = 0,64 Mésopotassique.
F = 51,5	z = 2,4 Rang Auvergnase.	Ψ = 1,9 Magnésien.
Sal = 51,5		
X = 48,2	r = 0,6 Subrang Auvergnose.	U = 1,7 Mésocalcique.

Cette roche est une *Auvergnose* à *fumerolle syénitique* et *mésopotassique* et scorie *magnésienne* et *mésocalcique*.

Basalte andésitique d'entre Tou-mou-nyi et Lao-chou-to

Cette roche noire lourde, à grain très fin est extrêmement abondante dans toute la région du Liou-chou-'ho et du Pou-tou-'ho.

Les phénocristaux sont rares, ils sont groupés en amas, et constitués par de l'*Andésine-Labrador* et de l'*Augite titanifère*, d'un beau rose violet en lame mince. Il y a du *Sphène*. La teneur en acide titanique due à la richesse de l'*Augite* en titane est très forte : 5, 12 °/₀. Il y a peu de *Zircon* également en petits cristaux arrondis et corrodés, qui ne sont sans doute que des enclaves. Le second temps est formé de *Magnétite*, *Titanaugite*, *Olivine* et comme éléments blancs de fins microlites d'*Oligoclase-Andésine* s'éteignant aux environs de 7° dans la zone de symétrie perpendiculaire à g^1 (010). L'analyse minéralogique montre donc cette roche comme un *basalte andésitique*. L'analyse chimique due à M. Pisani, fournit les résultats suivants :

TiO^2	5.12
SiO^2	48,82
Al^2O^3	14,10
Fe^2O^3	2,75
FeO	8,73
CaO	5,50
MgO	4.25
K^2O	1,76
Na^2O	4,00
Perte au feu	4,50
	99.53

L'interprétation de l'analyse fournit les indications consignées ci-après :

CALCUL MICHEL LÉVY	PARAMÈTRES AMÉRICAINS	PARAMÈTRES MAGMATIQUES MICHEL LÉVY
Or = 9,5.	X = 35,2 Classe Dosalane.	Φ = 2,3 Synénitique.
Ab = 33,9.		
An = 16,4.	y = 59,8 Ordre Germanare	r = 0,4 Mésosodique.
F = 59,8.	z = 4,0 Rang Andase.	Ψ = 2,7 Magnésien.
Sal = 59,8.		
X = 35,2.	r = 0,4 Subrang Andose.	U = 2,0 Mésocalcique.

Basalte doléritique de Tchang-hi

Roche noire lourde de coulée du Permien supérieur, sans phénocristaux de feldspath. Ses débris forment la majeure partie des cônes de déjection torrentielle entre Kin-gnia-tsuen et Tchang-hi dans la vallée du Tchang-hi-ho. La roche est formée d'une masse de microlites de *Labrador* franc à 50 °/₀ d'*Anorthite*, de *Titanaugite*, *Ilménite*, *Magnétite*, *Olivine* englobant des phénocristaux d'*Augite* également titanifère, de *Sphène* et de *Magnétite*.

Les résultats de l'analyse chimique sont :

TiO^2	3,80
SiO^2	51,35
Al^2O^3	14,50
Fe^2O^3	1,77
FeO	9,99
CaO	8,50
MgO	3,75
K^2O	1,77
Ne^2O	2,62
Perte au feu	2,62
	100,67

L'interprétation de l'analyse donne :

CACUL MICHEL LÉVY	PARAMÈTRES AMÉRICAINS	PARAMÈTRES MAGMATIQUES MICHEL LÉVY
Or = 10,1	X °/₀ = 45,0 Classe Salfemane.	Φ = 2,9 Syénitique (voisin d'Alcalino-granitique).
Ab = 22,0		
An = 22,8	y = 54,9 Ordre Gallare.	r = 0,60 Mésopotassique.
F = 54,9	z = 2,3 Rang Auvergnase.	Ψ = 1,9 Magnésien.
Sal = 54,9		
X = 45,6	r = 0,6 Subrang Auvergnose.	U = 1,7 Mésocalcique.

Tuf de Wou-long

Les basaltes du Tchang-hi-ho, du Ta-sing-chann, du Kong-chann, etc., sont accompagnés de masses puissantes de cinérites et de tufs. J'ai fait analyser un tuf basaltique des environs de Wou-long :

TiO^2	1,52
SiO^2	23,20
Al^2O^2	4,92
Fe^2O^3	0,55
FeO	4,03
CaO	0,88
MgO	3,53
K^2O	0,30
Na^2O	0,48
Perte au feu	4,80
$CaOCO^3$	55,85
	99,46

RÉSUMÉ RELATIF AUX ROCHES ÉRUPTIVES

Il est intéressant de rechercher comment se groupent les diverses analyses précédentes. Pour cela, j'ai fait la moyenne des diverses analyses afférentes à des groupes d'âge différent.

On voit de suite que dans l'ensemble de ces roches une d'entre elles, la *Syénite augitique* se différencie par sa teneur en potasse beaucoup plus élevée que dans tous les autres types. Il me paraît impossible de lui attribuer un âge précis. Toutes les autres se classent au contraire dans deux groupes cohérents.

Nous avons d'abord la *Syénite augitique* de Vo-men-ko :

X	18, 0 Classe Dosalane	Φ	2, 0 Alcalinosyénitique.
y	76, 3 Ordre Germanare.	r	1, 4 Mégapotassique.
z	23, 2 Rang Monzonase.	Ψ	3, 2 Ferromagnésien.
r	1, 4 Subrang Monzonose.	U	1, 1 Mésocalcique.

Un autre groupe est offert par le type de la *Labradorite* moscovienne de Tien-chann :

X	33, 7 Classe Dosalane.	Φ	3, 0 Alcalinosyénitique.
y	62, 8 Ordre Germanare.	r	0, 4 Mésosodique.
z	1, 8 Rang Hessase.	Ψ	1, 7 Magnésien.
r	0, 4 Subrang Hessose.	U	0, 9 Mégacalcique.

Un troisième groupe comprenant uniquement des laves permiennes : *Basaltes andésitiques* du Ta-sing-chann, *Andésite à Olivine* accessoire et quelques types de profondeur tels que le *Gabbro andésitique* de la vallée du Pou-tché-'ho fournit la moyenne suivante :

X	34 Classe Dosalane.	Φ	2, 7 Syénitique.
y	62 Ordre Germanare.	r	0, 32 Mésosodique.
z	4, 6 Andase.	Ψ	2, 7 Ferromagnésien.
r	0, 27 Andose.	U	1, 7 Mésocalcique.

Le quatrième groupe nous est fourni par le *Basalte doléritique* de Tchang-hi, le *Basalte doléritique* en filon dans le Cambrien de Chou-kou, la *Diabase andésitique* du pont du Pou-tché-ho sous le col de Tsouen-tien-po. Les moyennes des paramètres sont les suivantes :

X	46, 5 Classe Salfemane	Φ	2, 5 Syénitique
y	52, 0 Ordre Gallare	r	0, 47 Mésosodique
z	2, 0 Rang Auvergnase	Ψ	2, 00 Magnésien
r	0, 47 Subrang Auvergnose	U	1, 4 Mésocalcique

Ainsi les éruptions primaires du Yun-nan oriental se répartissent en trois grands groupes. Nous laissons à dessein de côté la *Syénite augitique* dont nous ne connaissons pas l'âge précis.

Labradorites moscoviennes. — Dans ces roches dont le type moyen est une *Hessose mésosodique, magnésienne et mégacalcique ;* nous sommes en présence de laves basiques où le rapport de K^2O à Na^2O est de 1,27 : 3,07.

Série permienne. — Dans la série du Permien supérieur dont les accumulations puissantes sont comparables à celles du Dekkan nous observons deux séries successives ; la plus ancienne est une *Andose* caractérisée par un magna *syénitique, mégasodique, ferromagnésien et mésocalcique* ; les laves plus récentes passent ensuite à une roche moyenne appartenant au subrang *Auvergnose* à fumerolle *syénitique, mésosodique* et à scorie *magnésienne* et *mésocalcique*. Ainsi dans la succession des éruptions le magma fumerolle reste constamment *syénitique* dans les épanchements permiens aussi bien que dans les types diabasiques du même âge, mais il passe de *mégasodique* à *mésosodique*, et la variation n'est pas considérable puisqu'elle passe en somme seulement de 0,32 à 0,47 comme valeurs paramétriques. La scorie *ferromagnésienne* dans la première partie des éruptions devient *magnésienne* à la fin dans les basaltes du Ta-sing-chann et du Tchang-hi-'ho. Elle reste constamment *mésocalcique*. Par conséquent, bien qu'il y ait de grandes analogies entre les deux séries une différence bien nette apparaît dans les subrangs, le début des éruptions étant plus riche en soude et en oxyde de fer, différence clairement traduite par le passage de la classe *Dosalane* à la classe *Salfemane*.

On remarquera la constance des minéraux titanifères en forte proportion dans toutes ces séries.

AGE DES ÉRUPTIONS	NOM DES ROCHES AU POINT DE VUE MINÉRALOGIQUE	CLASSIFICATION AMÉRICAINE				PARAMÈTRES MAGMATIQUES			
Moscovien	Labradorite	Dosalane	Germanare	Hessase	Hessose	Alcalinosyénitique	Mésosodique	Magnésien	Mésocalcique
Permien supérieur	Andésites pauvres en olivine	Dosalane	Germanare	Andase	Andose	Syénitique	Mégasodique	Ferromagnésien	Mésocalcique
	Basaltes andésitiques	Salfemane	Gallare	Auvergnase	Auvergnose	Syénitique	Mésosodique	Magnésien	Mésocalcique

CHAPITRE VI

Renseignements miniers

Je crois devoir donner, pour terminer cette monographie les renseignements actuellement recueillis concernant la région. Nombre d'auteurs ont déjà traité cette question. Les études les plus complètes qui aient été faites au point de vue minier sont celles de M. Leclère et de M. Lantenois. Je résumerai ici les résultats de mes prédécesseurs en y ajoutant mes données personnelles.

Mines de charbon

MINES DE LIGNITE

MM. Leclère et Monod ont, les premiers, reconnu au Yun-nan la présence de mines de lignite ; d'une façon générale, on trouve ces dépôts dans tous les bassins lacustres. M. Lantenois a montré déjà que les lignites du Yun-nan seraient invendables au Tonkin et ne peuvent offrir qu'un intérêt local. Ils sont inutilisables sur la ligne ferrée naturellement et par conséquent ne peuvent qu'être employés pour des usages domestiques, dans les fours à chaux, etc.

Les gisements de lignite actuellement exploités dans la région entre le parallèle de Mong-tseu et celui de Yunnan-fou et appartenant tous au Pliocène supérieur sont les suivants: Sin-chiem, Mi-la-ti, Pé-che-gai, Ien-fen-tchouang, Mien-tien, Pe-kia-tchouang, Si-tchouang, Pou-tchao-pa. De nombreuses couches plus ou moins impures non exploitées et non exploitables se trouvent dans le bassin de Mi-leu en divers points.

J'ai déjà décrit assez en détail les cuvettes lacustres où se rencontrent les lignites et leur échelle stratigraphique pour ne pas y revenir. Je reproduis ci-dessous pour mémoire les analyses données par M. Lantenois des échantillons rapportés par lui :

	EAU HYGROMETRIQUE	MATIÈRES VOLATILES	CARBONE FIXE	CENDRES	OBSERVATIONS
Mi-la-ti. n° 1	17,20	29,20	38,20	38,20	
— n° 2	16,20	31,30	32,50	20,00	
Pou-tchao-pa n° 1	30,25	31,15	26,00	12,60	Pas de coke
— n° 2	45,00		24,00	31,00	
n° 3	12,75	34,25	16,50	36,50	
n° 4	12,00	34,00	17,50	36,50	
n° 5	19,33	24,00	50,23	6,44	
Tang-tche	16,00	52,00	27,00	5,00	

M. Lantenois indique que l'échantillon n° 5 du lignite de Pou-tchao-pa lui a donné au procédé Berthier 3.400 calories ; or, c'est un des meilleurs lignites du Yun-nan.

MINES DE HOUILLE

Les gisements houillers sont plus intéressants que les précédents. M. Lantenois a rapporté les gisements qu'il a étudiés au Carbonifère, au Trias ou au Rhétien. J'ai revu personnellement les points décrits par M. Lantenois et quelques autres. Le résultat stratigraphique me conduit à considérer les horizons de charbon suivants :

Trias supérieur : Grès noriens supérieurs tVII (Type Ta-yao-tchai et Ni-ou-ké).
Trias moyen : Grès à *Myophoria inaequicostata* tII (Type Tse-tsou).
Trias moyen inférieur : Grès grossiers t, (Type Sin-tchai).
Trias inférieur : psammites t_1, (Type Je-chouéi-tang, région au N. E. de Mi-leu).

Moscovien { calcaires $h_{,,}$ à *Spirifer mosquensis* (Type Eul-kai).
grès rouges supérieurs h, b (Type montée O. de Siu-kia-tou).

Les horizons qui se montrent continus et qui, jusqu'à présent, paraissent seuls susceptibles de donner des couches réglées avec un charbon de bonne qualité sont les horizons : Norien tVII, Werfénien t_1 et Moscovien $h_{,,}$. Dans les autres horizons, je n'ai jamais observé que des couches irrégulières, très impures et pyriteuses au plus haut degré.

Je vais donner la liste des gisements déjà connus en indiquant ceux que j'ai trouvés en dehors :

I. — Houilles moscoviennes

1° Gisements des environs de Tong-hai. — Ils ont été déjà étudiés par M. Lantenois qui y a désigné trois groupes d'exploitation ou recherches :

1° Celui de Ta-che-chan ;
2° Celui de Siao-pa et Lo-chouéi-tong ;
3° Celui de Lo-tchouang.

A part l'attribution de ces gisements au Moscovien, je n'ai aucune donnée nouvelle à apporter aux observations de M. Lantenois qui s'exprime ainsi à leur égard : « On y exploite une couche de charbon paraissant unique dont l'épaisseur varie de 1 m à 0 m 20. Cette couche est interstratifiée dans une passée gréso-schisteux de 10 à 20 m de puissance, intercalée elle-même au milieu d'une formation épaisse de calcaires noirs..... L'exploitation qui paraît remonter à une époque assez ancienne, car les descenderies sont très profondes est difficile et coûteuse ». Les conditions n'ont pas changé depuis l'époque où M. Lantenois écrivait cela. Le charbon dont M. Lantenois a donné une analyse que nous reproduisons plus loin est très cendreux ; actuellement il n'est toujours utilisé que dans les briqueteries, les fours à chaux et les forges de Tong-hai où on traite le fer brut provenant de Si-wo.

2° Recherches des environs de Pe-tchen. — Signalées par M. Lantenois ; la couche de charbon où on a fait des recherches apparaît près de Siao-che-kiao, à la base des calcaires $h_{,,}$. La teneur en cendre est forte.

3° Gisements de Kouen-yang. — Ils offrent deux groupes, celui de Eul-kai et celui de 'Hai-keuou.

Eul-kai. — Ce gisement venait d'être mis en exploitation en 1901 quand M. Lantenois l'a visité en 1903. Il offrait alors deux petits quartiers d'exploitation ; depuis celle-ci s'est développée, toujours à la façon chinoise, par des trous isolés. Il y a au moins quatre couches bien réglées dont l'épaisseur varie de 1 m à 1 m 70. Je partage entièrement la manière de voir de M. Lantenois qui estime que l'horizon doit se

poursuivre vers le nord ; mais étant donnée l'allure des couches, il doit disparaître dans le lac de Kouen-yang au N. de 'Hai-keuou. Dans ce gisement le charbon fournit du coke. Il a une apparence assez belle et est consommé en grande partie à Yun-nan-fou où il est transporté par jonques.

'Hai-keuou. — Le gisement de 'Hai-keuou, à proximité de l'entrée du déservoir du lac de Kouen-yang, offre comme dans les cas précédents des couches de charbon interstratifiées à la base des calcaires $h_{,,}$. M. Lantenois a indiqué que l'affleurement suit sur plusieurs kilomètres une ligne presque horizontale, à 70 m environ de hauteur verticale au-dessus de la rivière; c'est le même niveau qu'à Eul-kai et le même charbon.

Ces gisements sont intéressants ; exploités par des méthodes européennes, ils offriraient quelque intérêt ; c'est le cas du reste de la plupart des gisements placés au niveau des calcaires $h_{,,}$.

4° Gisements du plateau d'entre Yi-léang et Tang-tche. — Toujours au même niveau des recherches ont été entreprises au nord de Tchen-kong, sur la bordure occidentale du bassin de Yun-nan-fou. J'ai observé entre la halte de Tchen-kong et la petite ville chinoise de ce nom un autre affleurement dans les grès rouges h, b. Cet affleurement montre un mauvais charbon cendreux diffus dans le grès, semblable à celui de tous les autres gisements appartenant à cet horizon.

Sur le plateau de Tsi-tien, au-dessus du lac de Yun-nan-fou existent à Lao-wa-tong des recherches, fournissant un charbon malheureusement trop pyriteux et très menu. Il a été employé pendant quelque temps sur la ligne du Yun-nan, mais il ne tenait pas la pression et on a dû y renoncer ; actuellement, il y a plusieurs trous d'exploitation, mais celle-ci ne se poursuit pas avec continuité. A Lao-wa-tong où l'exploitation s'est faite avec quelque suite en 1910 elle est actuellement arrêtée. M. Lantenois avait vu en ce point des recherches en 1903 et n'avait pu se prononcer sur la valeur du gisement. On peut actuellement la considérer comme très faible et ce charbon n'est guère bon qu'à chauffer des fours à chaux ou des briqueteries.

5° Gisements d'Eul-long-si-chou. — Je les considère comme le prolongement de la bande précédente. Il est activement exploité et fournit actuellement la presque totalité du charbon employé sur la ligne du Yun-nan ; mais il y a une grosse amélioration du charbon qui forme deux belles couches de 2m. 50 et 1m., bien réglées, dans le calcaire moscovien $h_{,,}$. Ce gisement est intéressant par sa continuité, les couches se prolongeant jusqu'à Si-yang-tang sur 5 km. de long ; le charbon est moins menu que dans les autres gisements et il donne un beau coke susceptible d'être employé en métallurgie. Malheureusement, les Chinois exploitent inconsidérément cette belle ligne d'affleurements ; ils creusent çà et là des trous et descendent dans la couche sans boiser, sans prendre aucune précaution et déhouillent inconsidérément de telle sorte que les calcaires déjà fissurés de façon inquiétante finiront par s'écrouler complètement sur l'exploitation. Le charbon n'est pas mélangé de nerfs schisteux.

Par Ta-ta-kai le charbon d'Eul-long-si-chou est amené à K'o-pao-tsouen par chevaux de bât ; les Chinois songent actuellement à faire un Decauville pour amener le charbon à la ligne du Yun-nan. Il est malheureux que ces gisements soient exploités par les méthodes actuelles, c'est-à-dire le plus mal possible.

On y fabrique sur place du coke dense et solide qui ferait un bon coke métallurgique. Un premier essai fut fait à Hai-phong, qui réussit parfaitement ; un second échoua complètement et pour la raison suivante : lors du premier envoi surveillé par des Européens le coke fut convenablement fabriqué, avec du charbon trié et propre, la seconde fois, on eut le tort de se fier aux Chinois qui mélangèrent au charbon de l'argile et des menus poussièreux et livrèrent un produit incomplètement transformé.

La conclusion de ceci est que les gisements d'Eul-long-si-chou, Si-yang-tang pourraient fournir à l'industrie métallurgique tonkinoise du coke très bon, le jour où les conditions d'exploitation et de fabrication pourront être modifiées, et ceci peut être intéressant. On trouvera plus loin plusieurs analyses du charbon d'Eul-long-si-chou données par M. Lantenois.

6° Gisement au nord de Yun-nan-fou. — A l'extrémité nord de la plaine de Yun-nan-fou une couche de charbon se trouve en plein calcaire moscovien. La houille assez fortement cendreuse, affleure à Kiéou-long-ouan près de la belle pagode de Ile-long-tan. Les Chinois y ont fait quelques trous d'où ils tirent une houille qui sert sur place à faire de la chaux. M. Leclère en a donné l'analyse.

7° Gisements a l'est du lac de Iang-tsong. — J'ai visité à l'extrémité sud-est du lac de Iang-tsong un gisement de houille qui se présente dans les grès rouges *h*, *b* moscoviens et non plus dans les calcaires h_1, à Kiéou-téou-chann. Lorsque j'y suis allé, les chinois y avaient creusé plusieurs descenderies assez convenablement étayées par des bois, chose rare ; le charbon y est cendreux, mélangé de nerfs schisteux, et pyriteux à un degré excessif ; la pyrite s'y trouve *normalement* dans les proportions de 25 %, c'est-à-dire qu'il est complètement inutilisable ; il peut tout au plus servir dans les fours à chaux.

8° Gisements entre Siu-kia-tou et Tch'eng-kiang. — Au même niveau géologique que les précédents j'ai observé dans les grès rouges moscoviens *h*, *b* une couche de houille mal réglée, comme diffuse dans le grès, pleine de nerfs schisteux et d'argile, surchargée de pyrite et qui ne peut être citée que pour mémoire, car le charbon y est inutilisable, même pour briqueterie ou fours à chaux.

9° Gisements de la cote occidentale du lac de Tch'eng-kiang. — Le même horizon géologique, les grès rouges moscoviens *h*, *b*, offre dans les montagnes qui bordent à l'ouest le lac de Tch'eng-kiang de nombreux affleurement identiques au précédent, sans aucun intérêt.

Ainsi de ces différents gisements moscoviens on ne doit retenir que ceux qui appartiennent à l'horizon des calcaires h_1, c'est-à-dire aux couches à *Spirifer mosquensis*. Les couches des grès supérieurs *h*,*b* sont toujours de très mauvaise qualité, impures et pyriteuses au plus haut degré, diffuses dans le grès et comme ce sont les conditions même de gisement qui en sont la cause il n'y a pas à compter que les circonstances changeront en profondeur. Le jour où les conditions d'exploitation auront pu changer au Yunnan c'est donc dans l'horizon h_1, calcaire que l'on devra poursuivre les recherches et les sondages.

Je reproduis ci-dessous un certain nombre d'analyses données soit par M. Lantenois, soit par M. Leclère et provenant des gisements que je classe comme moscoviens :

ANALYSE DES ÉCHANTILLONS RAPPORTÉS PAR M. LANTENOIS

PROVENANCE		HUMIDITÉ	MATIÈRES VOLATILES	CENDRES	POUVOIR CALORIFIQUE	LABORATOIRE QUI A FAIT L'ANALYSE
RÉGION	LOCALITÉ					
Tong-hai.....	Siao-pa	0,90	14,30	24,25	»....	Haiphong.
Pe-tchen	n° 1	1,00	20,60	20,75	»....	—
—	n° 2	1,75	17,00	38,00	»....	—
Kouen-yang	Eul-kai n° 1	0,60	13,90	14,00	6.300	Haiphong et Hanoï
—	n° 2	1,00	16,00	14,70	5.940	—
—	n° 3	0,80	14,70	16,00	6.200	—
—	n° 4	1,20	14,30	13,00	6.240	—
—	n° 5	1,10	15,40	13,00	»....	Haiphong.
—	n° 6	1,25	14,75	16,00	»....	—
—	n° 7	1,00	19,25	11,50	»....	—
Yi-léang.....	Tsi-tien, Eul-long-si-chou	1,70	20,55	22,50	»....	—
	n° 1	1,00	14,60	28,60	5.140	Hanoï
	n° 2	1,00	14,40	11,00	»	—

ANALYSES DONNÉES PAR M. MONOD

LOCALITÉ	HUMIDITÉ	MATIÈRES VOLATILES	TENEUR EN CENDRES	POUVOIR CALORIFIQUE DÉTERMINÉ A LA BOMBE
Kiéou-long-ouan (Recueilli à Yun-nan-sen).	0,90	8,80	13,50	»
	1,45	22,50	6,90	8.300

ANALYSES DONNÉES PAR M. LECLÈRE

LOCALITÉS	HUMIDITÉ	MATIÈRES VOLATILES	TENEUR EN CENDRES	POUVOIR CALORIFIQUE
He-long-tan (Houille altérée).....	1,3	11,09	22,00	6.734

M. Leclère avait placé la houille de Tou-tza dans les houilles carbonifères. Nous avons vu qu'elle appartient au Trias supérieur.

Les houilles moscoviennes du Yun-nan se tiennent en somme surtout dans le groupe des demi-gras ; la teneur en cendres est toujours assez considérable dans les analyses ci-dessus. Mais je crois que l'appréciation de M. Lantenois sur les hautes teneurs en cendres de 24 et 28 % des charbons de Siao-pa et d'Eul-long-si-chou est due aux procédés d'exploitation très défectueux ; comme le fait remarquer M. Lantenois dans presque toutes les mines les chinois n'ont aucun intérêt à extraire du charbon propre, car pour fabriquer le coke de chauffage on le mélange à 1/3 d'argile que l'on agglomère avec le menu pour le calciner sur une aire.

II. — Houilles du Trias inférieur

J'ai indiqué le beau développement des niveaux houillers dans les psammites du Trias inférieur, s'étendant des environs de Mi-leu dans la région de Tou-tza et j'ai donné les résultats de l'étude stratigraphiques des terrains dans lesquels ces couches sont incluses. Les gisements sont à peu près continus formant pendant des kilomètres des affleurements ininterrompus. La couche de charbon n'est pas unique comme l'a cru reconnaître M. Counillon ; ainsi entre Je-chouéi-tang et Hoa-keuou on en compte jusqu'à 4 (1). Au N. E. de Mi-leu, elles sont activement exploitées par les Chinois dans toute la région entre Hoa-keuou et Ta-chouéi-tang, notamment aux environs de Je-chouéi-tang, Kio-lo-tchao, etc.; vers le N. N. E. les points d'exploitation sont multipliés dans les environs de I-wi-chao, Tsin-si-keuou, Peu-kiao, Tzai-keuou, Tou-tza.

Dans tous ces gisements la houille est brillante, généralement pure, dépourvue de nerfs schisteux, peu pyriteuse, ce beau charbon est beaucoup moins fragmentaire que les charbons moscoviens et beaucoup d'exploitations fournissent des blocs de belle taille.

Je reproduis ci-dessous des analyses de divers auteurs sur les charbons de la région Tou-tza, Mi-leu.

(1) A Tou-tza aussi (Leclère).

ÉCHANTILLONS RAPPORTÉS PAR M. COUNILLON (D'APRÈS M. LANTENOIS)

PROVENANCE		HUMIDITÉ	MATIÈRES VOLATILES	CENDRES	POUVOIR CALORIFIQUE	LABORATOIRE QUI A FAIT L'ANALYSE
RÉGION	LOCALITÉ					
Mi-leu	Mi-si-sao	0,80	12,90	32,20	»	Hanoi
	Lao-tsong-tchin	1,00	13,00	20,50	5,924	—
Entre Mi-leu et Tou-tza	I-wi-tchao	0,70	19,70	14,00	6,098	—
	Tsin-si-keuou n° 1	1,40	26,20	14,50	»	—
	n° 2	1,90	23,30	12,40	5,964	—
	Peu-kiao	0,80	22,60	9,90	»	—
	Tzai-keuou	2,35	12,70	71,30	1,226	—
Tou-tza	Tou-tza	1,00	17,40	8,00	6,470	—
ÉCHANTILLONS RAPPORTÉS PAR M. MONOD						
Tou-tza	Tou-tza	0,95	16,75	7,50	8,010	
ÉCHANTILLONS RAPPORTÉS PAR M. LECLÈRE						
Tou-tza	Tou-tza	1,30	15.00	10,00	7,500	Ecole des Mines de Paris.
Mi-leu	Environs de Je-chouéi-tang	37,00		9,54		

Les charbons de cette bande donnent partout de fort beau coke, très solide et dense qui serait excellent pour la métallurgie ; dans toute la région on emploie ce coke pour le chauffage en hiver. Le charbon de Tou-tza se montre d'une friabilité excessive tandis que dans les autres gisements il est compact et solide. Le pouvoir calorifique de ces charbons est généralement élevé.

Les charbons du Trias inférieur sont en somme les plus intéressants du Yun-nan oriental, d'abord par leur qualité, ensuite par leur extension considérable qui en fait un district houiller d'une étendue magnifique et il est véritablement dommage que leur éloignement de 2 à 3 jours au minimum de la ligne ferrée interdise de songer à les y amener.

III. — Houilles du Trias moyen

Les charbons du Trias moyen offrent un faible intérêt ; tous les gisements que j'ai vus, se présentent mal ; le charbon y est diffus dans des grès ou des schistes, généralement très mélangé d'argile et de nerfs schisteux.

Je citerai cependant les gisements que j'ai eu l'occasion de visiter :

1° Tse-tsou. — M. Lantenois avait déjà visité le gisement de Tse-tsou qu'il attribua au Trias supérieur ou peut être au Rhétien *par suite du renversement complet de la série :* en réalité, le gîte de Tse-tsou,

qui repose sur le Carnien, appartient au Trias moyen supérieur, à l'horizon de Saint-Cassian ; il est compris dans les grès à *Myophoria inaequicostata*. (voir coupe fig. 70 atlas) M. Lantenois avait déjà trouvé fort médiocre apparence à ce niveau. On en rencontre deux bancs de 1m. chacun entre Ya-ma-tchai et Tse-tsou, séparés par un épais banc de grès grossiers t_{II}.

Par suite de l'attribution du charbon de Tse-tsou au Trias supérieur M. Lantenois fut amené à considérer celui de Ni-ou-ké comme le prolongement des affleurements de Tse-tsou ; mais ce dernier appartenant en réalité au Trias moyen, le parallélisme disparaît. J'ai donné longuement plus haut les raisons qui me font placer les charbons de Tse-tsou dans le Trias moyen et ceux de Ni-ou-ké dans le Norien.

2° Sin-tien. — Près de Sin-tien, j'ai observé dans les grès grossiers de la base du Trias moyen un niveau de charbon épais de 1 m. 20 environs, de très mauvaise qualité, fortement argileux et du reste très mal réglé ; les habitants n'en tirent aucune partie, je ne le cite que pour mémoire. Du reste, serait-il bon que le grand éloignement de la ligne ferrée (à plus de 60 k m. d'A-mi-tchéou en ligne droite par de très mauvais chemins dans un pays très accidenté) interdirait d'en transporter.

IV. — Houilles du Trias supérieur

Les houilles du Trias supérieur sont intercalées dans les grès noriens qui terminent la série triasique au Yun-nan.

M. Leclère et après lui M. Lantenois ont décrit le gisement de Ni-ou-ké. Le premier le rapporta au Rhétien. M. Lantenois a admis cette appréciation comme possible. Exactement c'est du Norien et la partie supérieure du Trias yunnanais. On y observe quatre couches dont l'épaisseur totale est de 3 m., inégales ; la principale couche exploitée a 1 m. 20 d'épaisseur mais offre des intercalations marneuses.

M. Leclère a donné une analyse du charbon de Ni-ou-ké.

ÉCHANTILLONS RAPPORTÉS PAR M. LANTENOIS

	HUMIDITÉ	MATIÈRES VOLATILES	CENDRES	POUVOIR CALORIFIQUE	LABORATOIRE QUI A FAIT L'ANALYSE
n° 1	3,00	33,50	4,10	»	Mong-tseu
n° 2	8,00	25,00	17,00	»	—
n° 3	7,04	»	18,42	4,740	Haiphong-Hanoi
n° 4	8,80	21,00	18,38	4,690	—
n° 5	30,00		6,00	»	Hongay
n° 6	4,00	32,00	13,00	5,350	Haiphong-Hanoi

M. Leclère indique 30 à 35 % de matières volatiles et 6 % environs de cendres.

La houille de Ni-ou-ké est flambante. Son plus grave défaut est d'être très menue. Elle donne un coke léger et friable.

Ta-yao-tchai. — Autour de Ta-yao-tchai on observe deux affleurements de charbon bien nets. Le premier se trouve sur la route de Iang-tsi-kiou à Ta-tchai à mi-chemin entre les deux localités, formant une couche à pendage N. O. qui fait partie du synclinal du Trias supérieur disloqué en écailles tel que le montre la fig. 73 (atlas) Aucune recherche n'a été faite en ce point et j'ai trouvé ce banc en cherchant des fossiles. Il paraît épais d'un mètre environ ; le charbon est terne à l'affleurement et pulvérulent ; il serait probablement meilleur en profondeur ; ceci à l'état d'hypothèse.

Un autre gisement se trouve, placé comme l'autre, dans les grès grossiers, sur la route de Ta-yao-tchai à Tchong-tchai, pendant également vers le N. O., le sentier recoupe un banc de charbon interstratifié dans les grès à plantes de la partie supérieure du Norien. Il ne semble pas qu'on y ait fait des recherches sérieuses ; le charbon paraît terreux, mais il est probable qu'en profondeur il est meilleur. Si ces gisements offraient une valeur réelle, il ne faut pas oublier qu'ils sont séparés de la ligne par deux étapes et par suite ne pourraient être utilisés qu'au Yun-nan en raison des prix de transport.

* * *

De ce qui précède, il résulte que les charbons moscoviens sont des demi-gras susceptibles de fournir des charbons du chaudière de bonne qualité dans les gisements de l'horizon h_1 et donnant également du coke. Ceux de l'horizon $h_1 b$ c'est-à-dire des grès rouges supérieurs sont franchement mauvais, se présentent dans de très défectueuses conditions de gisement.

Les houilles triasiques offrent des qualités très variables suivant les niveaux : celles du Werfénien sont les plus beaux charbons du Yun-nan et fournissent un coke excellent, solide et dense et offrent une grande extension des affleurements ; elles sont moins menues que celles du Moscovien et du Trias supérieur. Le charbon du Trias moyen est toujours défectueux et formé dans des conditions de dépôts qui engendrent des couches mal réglées et diffuses dans les grès. Celles du Norien au contraire paraissent meilleures, la houille de Niou-ké en est le type ; leur coke est friable ; ce sont des charbons riches en matières volatiles et flambants.

M. Lantenois a déjà largement traité la question de l'avenir industriel des mines de houilles du Yun-nan et on ne peut s'empêcher de reconnaître avec lui que leur débouché est assez limité. La consommation est augmentée évidemment par la ligne du Yun-nan qui brûle actuellement surtout de l'Eul-long-si-chou, mais malgré tout c'est toujours un débouché local. En 1907 M. Lantenois écrivait : « La production des mines de charbon du Yun-nan ne prendrait, semble-t-il, un véritable essor que du jour où elle serait en mesure de concurrencer d'une façon active les charbons japonais et australiens sur le grand marché de Hong-kong, dont la consommation annuelle atteint 1 million de tonnes. Or, cette éventualité paraît difficilement réalisable étant donné d'une part, le faible prix de revient du bon charbon japonais. . . . . et d'autre part le prix de revient élevé du charbon du Yun-nan lequel est gravé de frais de transport considérables. » Depuis les circonstances n'ont pas changé et le prix du transport considérable reste l'obstacle.

Mines métallifères

ÉTAIN

Les mines et fonderies d'étain de la région de Ko-tiéou forment certainement le groupe industriel le plus important du Yun-nan. Les gisements de Ko-tiéou ont été décrits par trop d'auteurs pour y revenir. Je renverrai à la description qu'en a donnée M. Leclère et après lui plus récemment M. Collins (1).

Le minerai est formé de *cassitérite* englobée dans une argile rougeâtre enfermée dans les cassures du calcaire ; les gisements originaires sont les filons de pegmatite à tourmaline dont la destruction a donné naissance à l'entraînement du minerai et à son accumulation dans les fissures des calcaires ; ce sont des gîtes de remplissage superficiels dans certains cas, franchement filoniens dans d'autres, suivant que le minerai se rencontre dans les calcaires triasiques ou dans les calcaires carbonifères. Dans ces derniers, à mesure que l'exploitation s'approfondit apparaissent des oxydes et des sulfures étrangers.

D'après des recherches récentes la cassitérite se trouverait au pied du massif de Ko-tiéou dans les alluvions torrentielles quaternaires du bassin de Mong-tseu. Il est improbable qu'en dehors de la région du Fleuve Rouge on rencontre dans le Yun-nan oriental d'autres gisements stannifères ; la composition géologique s'y oppose ; par contre, il est probable qu'au Tonkin où abondent les granulites et les pégmatites tourmalinifères à muscovite, les gisements de ce genre se multiplieront.

(1) Roy. Géolog. Soc., 16 décembre 1909.

La production des gîtes de Ko-tiéou a été en croissant, de la manière suivante depuis 1900 :

	Tonnes
1900	2.898
1901	3.026
1902	3.788
1903	2.443
1904	2.979
1905	4.463
1906	3.984
1907	3.480
1908	4.558
1909	4.422
1910	5.400
1911	6.106

PLOMB, ANTIMOINE, ARSENIC

Près de Ko-tiéou un filon sulfuré et carbonaté qui a été longtemps exploité, est actuellement abandonné à Long-téou-tchai. Depuis la baisse de l'argent les chinois s'occupent beaucoup moins de l'exploitation des filons de plomb argentifère.

La région de Kai-'hoa, à l'est de la région explorée par nous, renferme des gisements de plomb, galène antimonieuse, stibine, mispickel, dont j'ai eu entre les mains des échantillons. Je n'ai pas personnellement visité cette région et ne puis dès lors en parler davantage.

FER

Je n'ai pas observé de mines de fer intéressantes dans la région que j'ai visitée. Je renverrai aux travaux de M. Lantenois au sujet des mines de Chan-héou et de Lao-lou-kan et des usines qui en sont proches.

J'ai reconnu un filon de sidérose près de Ta-li-tang, dans des conditions de gisement tout à fait défectueuses et qui ne paraît pas offrir d'intérêt.

Les rognons de limonite pullulent dans certains dépôts lacustres (bassin de Mi-leu). Je ne les cite que pour mémoire, car ils n'offrent, au point de vue industriel, aucun intérêt.

M. Lantenois a nettement démontré par des arguments probants, que les mines de fer du Yun-nan ne peuvent jamais avoir qu'un débouché limité, et au Yun-nan même. Il n'y a pas à y songer actuellement pour l'exportation.

OR

Les mines d'or sont très nombreuses dans la zone des plissements N. S. du Sseu-tchoan tibétain. Les affluents du Kin-cha-kiang tels que Kin-ho venant de cette région, entraînent des sables aurifères qu'ils déversent dans le Kin-cha-kiang ; c'est de là du reste que viennent les noms de ces rivières Kin-ho (Fleuve de l'or), Kin-cha-kiang (Fleuve au sable d'or). L'or est selon toute vraisemblance emprunté aux roches basiques de la région, diorites et diabases, et en cela je partage l'opinion de M. Leclère ; il est probable qu'il provient aussi de la destruction de filons quartzeux que recoupe le Kin-ho. Quoi qu'il en soit l'or se trouve en paillettes dans les terrasses du cycle récent (1) du Kin-cha-kiang et dans les sables

(1) M. Leclère considère, j'ignore pour quelle raison, certaines de ces terrasses comme miocènes. Je montrerai plus loin que le creusement de la vallée du Kin-cha-kiang a débuté seulement pendant le Quaternaire.

mêmes du lit actuel. J'ai vu des laveurs d'or en divers points le long du fleuve, notamment à Mo-lou-tchang, ils sont très misérables et n'arrivent guère à produire plus de 2 décigrammes d'or par jour. Il est possible que par des procédés moins rudimentaires on puisse arriver à un résultat moins décevant.

CUIVRE

J'arrive maintenant aux gisements de cuivre. J'ai visité moi-même la plupart des exploitations dont je vais parler, beaucoup d'entre elles ont déjà été vues par M. Lantenois ; celles-là, je m'y arrêterai peu, n'ayant que peu à y ajouter.

On a fait beaucoup de bruit au sujet de l'importance des gisements de cuivre yunnanais et on a beaucoup exagéré. L'opinion s'est répandue que le Yun-nan offrait une innombrable quantité de gisements riches de ce métal. Il y a en effet des mines importantes, mains toutes à grande distance de la région parcourue par la ligne, ferrée et je vais montrer qu'entre Yun-nan-fou et Mong-tseu, si les gisements sont véritablement nombreux, ce qui a donné lieu à la légende de la grande richesse de cette région en cuivre, la plupart d'entre eux ne valent pas la peine qu'on s'y arrête, de par leur constitution géologique qui interdit les vastes espoirs à leur sujet.

M. Lantenois a reconnu en 1903 que le cuivre est dans ces régions en relations plus ou moins directes avec les roches éruptives, labradorites ou basaltes anciens ; il a distingué 4 types de gisement :

1° Dans les fissures de retrait ou les cassures de la roche éruptive.

2° Au contact de la roche éruptive et des calcaires.

3° Dans les fissures irrégulières du calcaire au voisinage de la roche éruptive.

4° Dans les fractures plus ou moins franches des calcaires et des schistes. En réalité la 4e catégorie se relie à la 3e.

Gisement de Wéi-téou-chan : Ce gisement à 10 km. au S. de Mien-tien se trouve en plein dans la roche éruptive altérée (basalte). Quand M. Lantenois y est passé en 1905 la mine occupait 70 ouvriers. M. Lantenois indique le chiffre de production de 60 tonnes par an sous toutes réserves et dit que la mine lui a produit une impression médiocre ; j'en dirai autant ; de plus quand j'y suis allé, la mine occupait au plus une quarantaine d'ouvriers. Le filon vu par M. Leclère est abandonné complètement ; on en exploite un autre dans lequel se trouvent deux anciennes descenderies vues par M. Lantenois et une troisième plus récente dans une fissure mince, très irrégulière avec remplissage de quartz, phillipsite, chalcopyrite et pyrite de fer. Somme toute cette mine est loin d'être florissante et sera probablement abandonnée bientôt. Elle appartient au premier type de la classification précédente.

Mine de Tien-pao : Je ne l'ai pas visitée moi-même jugeant cela inutile après la description très complète qu'en a donné M. Lantenois.Je citerai le passage relatif à cette exploitation telle que M. Lantenois l'a décrite. « Cette mine est située près de Pe-tchen..... Il résulte des renseignements donnés par le patron, concordant avec ceux recueillis sur place quatre ans auparavant par le capitaine Bourguignon, que l'exploitation a eu un moment de très grande activité il y a quelque dix ans. Elle occupait alors 1000 ouvriers et produisait 300 tonnes de cuivre. Le fait est intéressant à noter, car il tendrait à démontrer que le gîte est important. L'exploitation s'est trouvée ensuite genée et ralentie par l'effet de l'approfondissement des travaux. Au moment de ma visite la mine occupait normalement 40 ouvriers ; on dit qu'elle fournit 30 tonnes de cuivre annuellement, mais ce chiffre me paraît un peu exagéré..... Il y a trois couches de minerai interstratifiées entre grès au mur et schistes au toit. Leur puissance est respectivement de 0 m 30, 0 m 50 et 0 m 60, du toit au mur..... Le minerai se présente sous forme de boules riches en carbonate de cuivre qui est empâté dans de l'argile..... Le minerai trié a un rendement de 20 % de cuivre à la fusion. ..... . Somme toute je considère que la mine de Tien-pao mérite, à première vue, de retenir l'attention ».

Mines de Lan-ni-pé, près d'A-mi-tchéou : J'y suis passé après M. Lantenois qui avait constaté déjà l'abandon de la mine. Il y a là simplement une ancienne descenderie dans les schistes et quelques scories à distance.

Mines des environs de Po-shi : J'ai reconnu dans les calcaires ouraliens reposant sur le basalte quelques gisements autour de Mo-pe-tchong ; ils consistent en quelques descenderies profondes de quelques mètres seulement, les habitants m'ont donné des renseignements qui confirmèrent mes premières idées sur leur valeur ; on a exploité quelques cassures très pauvrement minéralisées en carbonate de cuivre se terminant rapidement. Il n'y a rien, à première vue qui mérite de retenir l'attention.

Dans la même région, au nord de Ho-tein, j'ai trouvé dans les mêmes conditions près de Lao-tchai et de Sin-tchai quelques anciennes exploitations, si on peut donner ce nom à l'opération qui a enlevé quelques maigres amas de carbonate de cuivre dans des fissures au contact du calcaire ouralien et du basalte. Dans toute cette région, il y a ainsi au contact de la roche éruptive et du calcaire de minces fentes contenant des traces de carbonate ; ces gisements ne sont même pas à envisager un seul instant comme offrant le plus mince intérêt.

Recherche de Che-mo : J'ai revu près de Che-mo, à l'est de Po-shi, une petite recherche, déjà observée par M. Lantenois. Elle était complètement abandonnée lors de mon passage ; ce sont deux petites descenderies effectuées au contact du calcaire à *Néoschwagérines* et du basalte ; d'autres trous du même genre sont percés dans les mêmes conditions le long de la bande de basaltes au N. N. E. de Che-mo. Toutes ces recherches n'ont jamais donné que des traces de carbonate de cuivre avec quelques boules d'oxyde de manganèse cobaltifère. Toutes ces recherches montrent le peu d'intérêt de ce genre de gisements.

Recherches de Min-hin : Sur la rive occidentale du lac de Tch'eng-kiang les chinois ont dans la région de Min-hin fait quelques recherches dans les labradorites et les grès moscoviens. Les recherches que j'ai vues n'ont montré comme dans les autres gisements similaires que des traces disséminées de carbonate de cuivre, soit dans la roche soit dans les grès moscoviens *h*,*b*.

Mines de la région de Lou-nan : J'ai revu cette région après M. Lantenois et comme lui, pour employer sa propre expression, j'ai trouvé la visite des anciennes mines complètement décevante. Autour de Lou-méi, de Mao-chouéi-tong, de Lan-nin-tsin se trouvent d'anciennes mines ; on ne voit nulle part de gisement en place ; de ci-delà quelques filonnets de calcite avec carbonate de cuivre. Comme l'indique M. Lantenois, la plupart des mines se trouvent soit dans la roche éruptive même, soit au contact du calcaire ; quelques-unes dans le calcaire dévonien ou permien ; deux dans les schistes dévoniens. On voit de fortes quantités de scories provenant des anciennes exploitations mais cela ne doit en rien, en Chine, faire préjuger de l'importance d'une exploitation. J'ai vu les chinois traiter des minerais d'une pauvreté inconcevable ; rien ne les rebute ; le temps ne compte pas pour eux et la main-d'œuvre est si peu élevée. En réalité ces mines, comme toutes les similaires au Yun-nan, peuvent être considérées comme inexistantes pour une exploitation à l'européenne. Le chinois exploitera des minerais pauvres, parce qu'il ne fera aucune mise de fonds sérieuse et travaillera au jour le jour, du reste sans gros bénéfices, souvent en gagnant simplement sa vie journalière avec le revenu de sa mise ; il exploitera ainsi un gisement infime puis en cherchera un autre qu'il videra ensuite de même.

Entre Lan-nin-tsin et Ta-me-ti, sur le plateau de calcaire dévonien, j'ai vu d'autres recherches analogues : un trou dans le calcaire, à côté un tas de scories souvent petit, et rien d'autre. Ces gisements sont bien, comme l'a admis M. Lantenois, formés par de petits nids dans le calcaire ou la roche éruptive sans jamais offrir d'importance. Ils sont très nombreux, mais distribués si irrégulièrement que jamais une entreprise de quelque importance n'aboutira dans ces conditions.

Mines de Lao-tchou-chan : Ces mines sont d'après M. Lantenois, situées au N. et au S. du village de Lao-tchou-chann, au nombre de 2. Je ne les ai pas visitées mois-même. M. Lantenois indique celle du sud, ou de Pe-mao-tchang comme formée d'un petit réseau, peu étendu de quelques veines de calcite, éparpillées dans les schistes avec des mouches de chalcopyrite. Le gisement n'est pas intéressant. La mine du nord ou de Wan-pao-tong est formée par une cassure nette, verticale N. S. dans les calcaires ; M. Lantenois y a vu une veine cuivreuse de 3. à 4cm. qui s'atténue au bout de 3 à 4m, la cassure n'offrant plus ensuite qu'un filet de calcite de 5 cm.

Mines de Lao-tchang : Elles sont beaucoup plus intéressantes que les précédentes, malheureusement leur éloignement considérable de la ligne ferrée les met en dehors du moyen d'action de celle-ci. Les mines de Lao-tchang se trouvent à 2 étapes au S. S. O. de Tong-tchouan-fou. Elles ont été visitées en 1898 par M. Leclère ; il peut paraître intéressant de mettre en regard l'état de ces mêmes mines en 1910, lorsque je les ai visitées à mon tour.

Il y a quatre groupes de mines 1° Sin-tchang, 2° Pa-si-la, 3° Lao-sin-tchang, 4° Lao-tchang. Les deux derniers groupes seuls sont exploités; les deux autres sont abandonnés. Actuellement, on fait près de Kouen-in-sa, pagode à 3 heures d'étape de Lao-tchang vers Pou-tché-ho, des recherches donnant quelques carbonates dans des grès et quartzites.

Le gisement de Lao-tchang est formé de cassures dans les calcaires écrasés bréchoïdes. Le minerai originairement pyriteux est transformé en carbonates comme l'indique M. Leclère avec abondance de concrétions barytiques rubanées. Des galeries très nombreuses suivent les cassures ; elles atteignent 1.500m, de longueur parfois ; le massif calcaire est actuellement foré d'une innombrable quantité de trous et les éboulements sont très fréquents. A Lao-sin-tchang le minerai est pyriteux. Au passage de M. Leclère. Lao-tchang occupait 1.100 ouvriers environ. En 1910, quand j'ai visité les travaux la situation était la même. M. Leclère indique qu'en 1898 la production totale était de 500 tonnes par an de cuivre brut. Actuellement d'après les explications que m'a donné le mandarin chargé de la surveillance des mines la situation est la suivante: on pèse 8 fois par mois 10.000 kgs chinois de cuivre non raffiné valant 18 taëls les 100 kgs pour le Gouvernement chinois ; c'est-à-dire 960 tonnes chinoises par an. La tonne chinoise valant 600 kgs métriques cela revient à 576 tonnes métriques. La production est donc un peu supérieure à celle de 1898. Le cuivre brut est envoyé à Tong-tchouan-fou à dos de cheval ; là il est raffiné, puis expédié à Pé-kin.

Le premier traitement du minerai fournissant le cuivre brut est fait au moyen de charbon de bois qui est amené de régions encore boisées à 3 et 4 étapes de Lao-tchang à dos de cheval, ce qui rend les frais de fusion exagérés. A mon passage le Gouvernement chinois payait ce cuivre brut 18 taëls les 100 kgs chinois, c'est-à-dire les 60 kgs métriques. Il a donc élevé son prix d'achat depuis le passages de M. Leclère, époque où ce même cuivre valait 12 taëls, pour la même quantité.

M. Leclère a décrit déjà les fours à cuve de Lao-tchang. La fusion est correctement effectuée et les scories ne contiennent que des traces de cuivre.

Recherches de Sin-tien-fong : A quatre heures de Lao-tchang au N. O. au-dessus du ravin de Sin-tien-fong, j'ai visité une recherche dans un filon de diabase altérée. Elle n'a donné que des traces de carbonate de cuivre.

Mine de Lo-suy : La mine de Lo-suy a une étape à l'ouest de Lao-tchang, sur un ravin tributaire du Kin-cha-kiang, et située à 2550 m. d'altitude forme une petite exploitation dont les produits vont à Tong-tchouan-fou également. Le minerai est extrait d'un filon de quartz recoupant les schistes cambriens écrasés de la nappe du Kiao-ting-chann. Ce sont des carbonates et de la phillipsite. Lo-suy possède un four de fusion ; ce centre occupe environ 300 ouvriers ; il produit environ 60 tonnes par an.

Mine de Mo lou-tchang : On accède à cette localité par des chemins difficilement praticables et dangereux pour les bêtes de somme. Mo-lou-tchang se trouve dans un ravin à 200 m. au-dessus du Kin-cha-kiang. Il y a là un four qui traite le minerai, carbonates et pyrite de cuivre disséminés çà et là dans des filons quartzeux et dans les grès ou les schistes qu'ils traversent ; la région est trop écrasée pour offrir des cassures franches et le minerai forme des gisements épars sans continuité. Mo-lou-tchang produit une quinzaine de tonnes annuellement, il y a un four de fusion. Le cuivre brut est dirigé en 3 étapes et demi sur Tong-tchouan-fou.

Je n'ai pas visité les mines de la région de Tong-tchouan-fou, déjà décrites par M. Leclère.

En résumé, les seules mines de cuivre intéressantes du Yun-nan oriental se trouvent en dehors de la sphère du chemin de fer. Des mines de Lao-tchang à Yi-léang le minimum des étapes à dos de cheval est de 8, par de détestables chemins praticables seulement une partie de l'année, et de 12 à 13 étapes de Tong-tchouan-fou. D'autre part les mines avoisinant la ligne sont toutes peu encourageantes et les conditions géologiques sont telles qu'elles soulignent de façon défavorable l'impression fournie par les

gisements. Il y a du cuivre dans les roches éruptives basiques permiennes et moscoviennes, il y en a à leur contact avec les terrains encaissants, mais tout cela sous forme de gisements restreints, immédiatement épuisés, incapables de donner une exploitation de quelque importance et de quelque durée. Dans les basaltes permiens, il y a du cuivre presque partout, mais partout aussi, sauf dans quelques cas exceptionnels, il est à l'état de traces.

Les conditions tectoniques sont en général peu encourageantes entre Yun-nan-fou et Mong-tseu, l'état d'écrasement et de brisure des couches lors des mouvements orogéniques himalayens interdisent à peu près complètement l'espoir d'y trouver de grandes cassures minéralisées.

SEL ET GYPSE.

Sel. — Je ne décrirai pas les mines salées de Ngan-ning trop bien connues, décrites déjà par M. Leclère, je rappellerai simplement qu'elles proviennent du lessivage du Permien supérieur gréseux.

Gypse. — Je signalerai la présence intéressante du gypse dans les grès rouges du Permien supérieur. Des amas intéressants ont été reconnus actuellement, notamment à Siao-long-tan, à 10 lis de Che-pa-tchai; à Yi-long, entre Lan-nin-tsin et Lou-khi ; un autre gisement s'observe près de Ti-chouéi, sur la rive droite du Tié-tchen-ho. Ces gisements commencent à être l'objet d'exploitations qui paraissent devoir être intéressantes ; le gypse aura en tous cas un débouché au Tonkin et paraît devoir être rénumérateur. D'autres gisements s'observent dans la région de Lou-léang, mais ils sont trop éloignés de la ligne ferrée ; tandis que les précédents se trouvent à quelques heures seulement.

* * *

D'une façon générale, on doit conclure en disant que les espoirs exagérés, fondés sur les richesses minières du Yun-nan au voisinage de la ligne ferrée, doivent être fortement diminués. Les mines de Ko-tiéou (étain) connues et exploitées depuis longtemps restent la plus belle affaire actuellement à envisager. Le cuivre, sur lequel des légendes se sont formées, représentant le Yun-nan oriental comme couvert de gisements très riches, se présente au contraire plutôt mal, et ce sont les innombrables gisements restreints et pauvres rencontrés un peu partout qui ont créé cette légende.

3e Section. — Géologie structurale

Introduction

Nous venons de décrire en détail la série des assises sédimentaires au Yun-nan. Il nous reste à analyser maintenant l'architecture de la région, architecture particulièrement compliquée.

Si nous examinons ce que nos prédécesseurs ont conclu au sujet de la structure du Yun-nan, nous rencontrons d'abord l'appréciation de Von Loczy. Le savant géologue à qui nous devons tant de progrès dans nos connaissances sur la géologie asiatique, a vu seulement la partie tout à fait septentrionale du Yun-nan et ses observations l'on conduit à l'appréciation que le Yun-nan oriental devait répondre à la définition de « *Gestaute Faltenland* », c'est-à-dire région de plis charriés.

Von Richthofen ne considéra pas cette appréciation comme prouvée (1).

M. Leclère exprime de la manière suivante ses opinions sur la structure du Yun-nan (Extraits de l'*Etude géologique et minière des provinces chinoises voisines du Tonkin*).

«..... j'ai reconnu que le Yun-nan oriental est une région tabulaire ondulée » (page 37).

«..... la constitution tectonique des provinces voisines du Tonkin est d'une exceptionnelle simplicité » (page 141).

« Du sud au nord, les dénivellations si considérables sont progressives et ne sont accompagnées d'aucun indice de plissement. La structure tabulaire du pays sur de grandes étendues..... » (page 147).

«..... Les couches ne présentent aucune trace de refoulement et les affleurements se prolongent partout avec une puissance uniforme sur de grandes longueurs (page 151). » Le lecteur a déjà pu se rendre compte, par l'examen de nos coupes, combien ces appréciations sont peu conformes à la réalité.

M. Lantenois malgré la rapidité de ses excursions, s'est rendu compte de la direction générale des plis et a reconnu la présence des failles.

S'il n'a pas vu les charriages, il a pressenti leur possibilité et je suis heureux de rendre ici hommage à la façon très scrupuleuse dont ses observations ont été faites, bien que quelquefois, je devrai m'en séparer au point de vue de l'interprétation.

Cette partie du Mémoire sera consacrée à l'étude orogénique des terrains et je laisserai de côté l'étude des mouvements épéirogéniques quaternaires que je groupe avec celle des cycles d'érosion, l'une et l'autre étant inséparables.

---

(1) *Ueber Gestalt und Gliederung einer Grundlinie der Morphologie Ostasiens.* Denk. d. K. Ak. Wiss. Berl. 18 octobre 1900.

Différentes périodes de plissement au Yun-nan

M. Lantenois, et c'est un des principaux résultats de ses études, a reconnu dans la partie qu'il a parcourue, entre Mong-tseu et Yun-nan-fou, que le Yun-nan a été affecté à diverses reprises par des mouvements de plissements. Je rappellerai qu'il a distingué : « 1° Une phase de dislocation silurienne ou dévonienne, 2° dinantienne ou moscovienne, 3° permienne, 4° postriasique ». Il relie justement la dernière époque au mouvement himalayen, mais l'étude des grandes zones de failles m'empêche de les rattacher avec lui à ce dernier et je les place au Pliocène.

Je crois avec M. Lantenois que le Cambrien, dans la partie méridionale du Yun-nan oriental a été suivi d'un mouvement orogénique, parce que ni l'Ordovicien ni le Gothlandien, n'y paraissent représentés tandis qu'ils existent au N., ainsi qu'à l'E. vers le Kwéi-tchéou et à l'O. vers la Birmanie, mais il n'y a pas lacune entre le Cambrien inférieur et le Dévonien moyen, puisque le Dévonien inférieur offre une puissance considérable. (J'ai montré du reste qu'il fallait probablement y voir également le Gothlandien en partie).

M. Lantenois envisage ensuite l'existence d'une transgression ouralienne avec suppression complète des terrains entre le Dévonien supérieur et l'Ouralien. J'ai montré précédemment que le Moscovien offre une puissance colossale, dans la partie ouest du Yun-nan et que le Dinantien offre également un beau développement ; mais M. Lantenois a raison d'autre part lorsqu'il considère une phase de plissement antéouralienne, puisque en certains points du Yun-nan l'Ouralien repose directement, comme dans la grande chaîne à l'O. de Po-shi, sur le Cambrien et le Dévonien très plissés.

Le mouvement qui a marqué la fin de la sédimentation marine au début du Permien supérieur et qui a précédé le dépôt du Trias inférieur, ne paraît pas avoir été accompagné de plissements marqués, mais d'une surélévation en masse de la région avec flexures, gauchissements et érosion intenses ; c'est à mon sens, un mouvement épéirogénique dans toute l'acceptation du terme.

La dernière phase principale de plissement, dont l'intensité a été véritablement très grande, est la phase de dislocation postriasique dont les effets ont été considérables ; je la considère avec M. Lantenois comme une phase himalayenne.

Je rattache au début du Pliocène supérieur la production des grandes failles qui ont précédé, dans le temps, le mouvement épéirogénique quaternaire. Enfin ce dernier mouvement, accompagné de flexures, de plissements et de gauchissements, participant au grand mouvement de relèvement qui a affecté la plus grande partie de l'Asie, s'est produit, amenant le Yun-nan à l'altitude considérable qu'il possède.

Ceci posé, envisageons le sens dans lequel s'est exercé l'effort orogénique dans chacune de ces phases.

MOUVEMENT POST-CAMBRIEN

Le mouvement post-cambrien ne paraît pas avoir été très considérable , il a affecté principalement une longue bande de terrain formant probablement une île, allongée de façon approximative de la region du Fleuve Rouge au S. de Lin-ngan jusqu'aux environs de Lou-léang, avec une direction N. N. E. Il faut remarquer que c'est sur l'emplacement de cette bande, qui est un premier indice par conséquent des mouvements futurs plus puissants, un ridement précurseur, que se produisent les plis moscoviens orientés de la même façon.

Cette île était séparée à l'est de ce que Bailey Willis a appelé l'*Eastern element*, terre où les dépôts marins ne se déposaient probablement pas et qui s'étend, dans les ébauches si suggestives de cartes de cet auteur montrant le rôle des éléments continentaux asiatiques, de la région tonkinoise à la région coréo-mandchourienne ; on peut se baser pour affirmer ce fait, sur ce que l'Ordovicien et le Gothlandien sont

connus au Tonkin. On pourrait donc se représenter ainsi que l'indique le carton fig. 11 (texte) l'allure du ridement post-cambrien yunnanais pendant l'Ordovicien et le Gothlandien, mais sans doute pendant

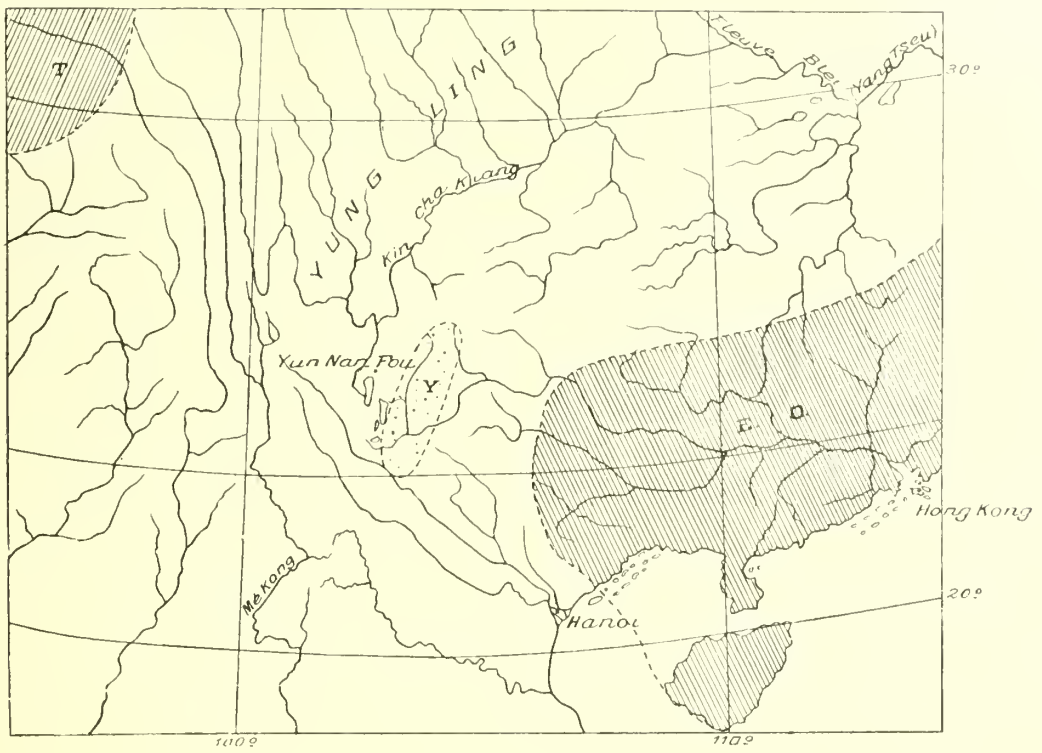


Fig. 11. — Y. Ridement post-cambrien yunnanais ; T. Elément tibétain ; E. O. Elément oriental.

seulement la première partie de cette période. On sait que au N. E., au Kwéi-tchéou, l'Ordovicien est représenté, ainsi qu'en Birmanie. Je l'ai trouvé moi-même au Yun-nan, au N. N. E. de la zone de ridement sus-indiquée.

En tous cas, nulle part il n'y a, entre les dépôts siluriens et dévoniens inférieurs du Yun-nan oriental, de discordance montrant une transgression dévonienne sur des plis décapés et tout se borne à un simple mouvement épéirogénique sans plissements. Préciser la date exacte de ces mouvements est impossible, car on ne peut indiquer quels sont les sédiments qui ont pu être enlevés par érosion pendant l'émersion ; je crois, pour ma part, très probable que l'Ordovicien à *Dionide formosa* s'est déposé partout et qu'il a pu être enlevé ainsi. D'autre part, la partie supérieure de l'Ordovicien entre Yun-nan-fou et la partie méridionale de la boucle du Kin-cha-kiang est formée comme je l'ai montré, par des grès à *Bothriolepis*, d'une puissance énorme, où le Gothlandien est peut-être représenté également. Ces dépôts par ailleurs font défaut sur l'axe du ridement ; de plus, leur composition indiquerait plutôt des sédiments formés aux dépens d'une région soumise à l'érosion.

MOUVEMENTS DÉVONIENS PROBABLES DANS LA RÉGION DE LA BOUCLE DU KIN-CHA-KIANG

Pendant le Dévonien moyen la stabilité paraît avoir été la règle au Yun-nan. Les dépôts du Dévonien inférieur acquièrent une grande puissance, loin de manquer comme on l'avait cru jusqu'à présent. Le Dévonien tout entier est représenté dans la région méridionale. Au premier abord, en voyant dans la région

située entre l'extrémité sud du Yung-ling-chann et Yun-nan-fou le Dévonien entier manquer, on peut croire à une lacune de sédimentation dans cette région. Toutefois étant donné l'extension du Dévonien reconnu par Von Loczy à 'Hoa-ling-pou, cette lacune me paraît improbable sans que je puisse rien affirmer à cet égard.

Si le Dévonien s'est déposé dans le nord du Yun-nan, il a donc été enlevé par l'érosion à une époque qui est nécessairement antérieure au Moscovien, puisque nous constatons que le Dinantien y existe. J'admets donc comme vraisemblable que le Dévonien inférieur et moyen a pu être enlevé à l'époque même du Dévonien supérieur par suite d'une émersion suffisamment prolongée.

Vers le sud l'érosion produite pendant le Dévonien supérieur ne se produisit pas, puisque le Dévonien tout entier est conservé, mais la région forma une série de hauts fonds semés d'îles, ainsi qu'en témoigne l'abondance des restes végétaux terrestres entraînés dans les sédiments marins et si abondants dans les gisements des environs de Po-shi, Lou-khi, etc. Il semble donc au total que pendant le Dévonien supérieur la région du Yung-ling-chann ait subi un mouvement très appréciable, pendant lequel l'érosion a supprimé les dépôts dévoniens antérieurement formés, tandis qu'au S. la région restait immergée, mais formait une série de bas-fonds entourés de dépressions où se maintenait une faune littorale. Ainsi donc, dans tout le Yun-nan et dans les régions environnantes jusqu'en Indochine, la stabilité est la règle et la phrase de Bailey Willis sur l'ensemble de la Chine paraît justifiée : « As has been brought out in discussing the sedimentation of the Silurian and Devonian periods, there was no considerable deposition of marine sediment, no evident accumulation of continental deposits, no notable depth of erosion. A stable condition of the southeastern continental masses is plainly indicated ». (1) Mais pendant le Dévonien supérieur le Yung-ling-chann se dessine par un ridement qui se prolonge dans la partie avoisinant au S. la boucle du Fleuve Bleu.

Nous savons qu'au contraire, dans la Chine centrale, toute la période dévonienne a plutôt été stable.

MOUVEMENTS CARBONIFÉRIENS

Le Dinantien paraît avoir été une époque de grande stabilité dans tout le Yun-nan. J'ai trouvé des dépôts de cet âge depuis le Kin-cha-kiang jusque dans la région de Po-shi, et si parfois il manque, c'est dû à la vigoureuse érosion qui a marqué localement au Yun-nan les temps moscoviens. Avec le Moscovien en effet, un mouvement orogénique énergique se dessine non plus comme mouvement épéirogénique, mais comme phase de plissement intense. Sur l'emplacement du ridement esquissé après le Cambrien se produisent des plissements énergiques, de même orientation, c'est-à-dire N. N. E. ; on doit faire ici une remarque de la plus grande importance : c'est que à l'ouest de ce ridement, dans le Yun-nan occidental et dans la région des grands lacs, s'accumule une formidable masse de grès sableux, produit de la destruction des plissements N. N. E.; au contraire vers l'est, entre la zone plissée et l'élément sud-oriental chinois de Bailey Willis, ces sédiments détritiques ne se forment pas et il se produit une véritable lacune pendant cette partie du Moscovien. Il semble bien certain, dès lors, que cette zone plissée moulait l'élément continental sud-oriental tandis que vers l'ouest la dénudation de cette région amenait l'accumulation d'énormes masses gréseuses avec charbon, dans lesquelles un moment de stabilité permit l'accumulation de calcaires à Foraminifères. En effet, il est permis d'admettre que les grès si épais résultent du démantèlement et de la pénéplanation de la chaîne orientale plissée, pénéplanation produite par un mouvement épéirogénique consécutif aux plissements pendant une phase d'arrêt, durant le relèvement de la région orientale ; l'érosion cessant pour un temps de déverser dans la grande dépression du Yun-nan occidental, les sédiments détritiques gréseux, une formation calcaire a pu se constituer pendant cette phase de tranquillité. Durant cette période, des laves basiques (labradorites et basaltes) s'épanchèrent sur le flanc occidental de la zone plissée, venant s'intercaler à la partie supérieure des formations gréseuses.

---

(1) *Research in China*. Vol. 2 *Systematic Geology* p. 66.

Ceci est totalement différent de ce qui s'est passé dans la Chine nord orientale, dans les provinces du Chi-li, Chan-si, Chan-toung, 'Ho-nan. Là il y a bien discordance entre l'Ordovicien et le Carbonifère supérieur. Il est intéressant pour la comparaison d'interpoler ici un passage de Bailey Willis à propos de ces régions :

« Wherewer it has been seen the underlying terrane consists of the upper Sinian (lower Ordovician) limestone ; whereas the overlying strata are shales which lie a hundred feet or so below that carry upper Carboniferous fossils, either marine shells or plants remains. The hiatus appears, therefore, to représent later Ordovician, Silurian, Devonian and lower Carboniferous times. Local observations all agree that the Ordovician and Carboniferous strata are strictly conformable ; so closely parallel are they, that Von Richthofen, who repeatedly saw the contact, assumed that they formed an unbroken sequence, and characterized the Sinian limestone as Kohlenkalk. He dit not find any of the sparsely distributed fossils, by which its age has since been determined by Lorenz and ourselves, and his error is one which sprang naturally from the fact that he had previously observed à massive Carboniferous limestone in South China. It follows from the conformity of dip over several hundred square miles that the region in question was not subjected tod isturbing influences during the periods represented. The Sinian strata were not folded ; neither, during all this time, were they raised to an elevation at which they might have been deeply eroded (1) ».

AFFAISSEMENT ET TRANSGRESSION PROGRESSIVE DURANT LA FIN DU MOSCOVIEN, L'OURALIEN ET L'ARTINSKIEN.

Après le dépôt du puissant complexe gréseux occidental un mouvement général de submersion s'est fait sentir. J'ai trop longuement exposé ces faits précédemment pour m'étendre beaucoup maintenant à ce sujet. Pendant la période de dépôt des calcaires moscoviens, la submersion gagne d'abord la région de Lou-nan en contournant la zone émergée s'étendant dans la région du Tié-tchen-ho ; les calcaires à Gastropodes des horizons de Chouéi-tang et de Lo-a-tien s'observent ainsi à l'O. et au N. de cette zone, le sud et l'est restant indemnes. Pendant le dépôt de l'Ouralien inférieur des mouvements oscillatoires très nets provoquent une irrégulière distribution des différents horizons ; mais ces calcaires à Fusulines qui forment la base de l'Ouralien, ne recouvrent pas encore la zone plissée et même un mouvement de retrait temporaire des eaux, empêche le dépôt des horizons inférieurs dans la région de Lou-nan, Tien-sen-kouang où s'étaient avancées les couches de Chouéi-tang et de Lo-a-tien. Les trois coupes de la figure 97 et la figure 45 de l'atlas montrent nettement la transgression des calcaires ouraliens supérieurs sur les couches dévoniennes et siluriennes très plissées dans la région de Po-shi.

Avec la deuxième partie de l'Ouralien la transgression est complète ; elle noie entièrement la zone plissée yunnanaise et vers le S. E. les calcaires à Foraminifères s'avancent largement sur l'élément chinois sud-oriental le réduisant considérablement, en noyant le Kwang-si, le Kwang-toung dans sa plus grande part, le Tonkin et sans doute toute la péninsule indochinoise.

MOUVEMENTS APPARTENANT A LA FIN DU PERMIEN

Pendant l'Artinskien et le Permien moyen, il ne se produit au Yun-nan aucun mouvement appréciable. Les strates calcaires avec de riches faunes soit de Brachiopodes de type himalayen, soit de Foraminifères

---

(1) *Research in China*. Vol. 2. *Systematic Geology*. p. 67.

couvrent la région entière, occupée déjà par les dépôts ouraliens. Les conditions restent semblables pendant le début du Permien supérieur autant que l'on puisse en juger en considérant les calcaires à *Sumatrines* comme appartenant à cette époque. Puis un mouvement général d'émersion se dessine, indiqué déjà par M. Lantenois qui a constaté, aux environs de Lan-nin-tsin, la discordance évidente des coulées de labradorites sur les calcaires permiens.

Incontestablement le mouvement orogénique du Permien supérieur débuta par des plissements, nous en avons une preuve formelle par les constatations faites en beaucoup de points où l'on observe des têtes de plis arasées et sur lesquelles reposent en discordance les grès rouges permiens du type des grès de Lou-nan ; en d'autres points, il y a parallélisme entre les strates ; en somme ce mouvement orogénique paraît n'avoir pas eu une amplitude très considérable et les plissement paraissent s'être réduits à la production de grands anticlinaux et synclinaux à courbure modérée. Un mouvement épéirogénique d'une puissance et d'une continuité remarquable se produit aussitôt après ; une érosion vigoureuse attaqua vivement la masse des calcaires permiens et ouraliens à Fusulines, si vigoureuse et si prolongée qu'elle arriva en de nombreux points à supprimer entièrement cette masse. Je prendrai comme exemple la coupe fig. 53 (atlas), si typique, montrant les grès et les masses du Permien supérieur reposant directement sur la tranche plissée des couches du Dévonien inférieur, tandis qu'à 10 km. de là entre Pa-mao-tseu et Ta-hi-ti, on observe cette curieuse topographie que nous avons déjà signalée : une série de rochers calcaires ouralo-artinskiens émerge du milieu de la masse énorme des grès rouges qui ont comblé une région karstique ciselée pendant la partie moyenne du Permien supérieur ; et l'érosion quaternaire et actuelle, provoquée par le puissant mouvement épéirogénique quaternaire a reproduit actuellement la topographie de la fin du Permien. Il est donc prouvé que ce mouvement épéirogénique appartenant à la fin du Permien a été excessivement accentué puisqu'il a pu provoquer une érosion suffisante pour enlever en certains points une épaisseur de calcaires supérieure à 700 m, appartenant aux horizons de Choucï-tang et Lo-a-tien (Moscovien), l'Ouralien et l'Artinskien s'étageant des calcaires à *Schwagerina princeps* jusqu'aux calcaires à *Sumatrines*. Nous en avons du reste une autre preuve s'ajoutant aux précédentes en considérant la masse énorme de poudingues, puissante et continue, jalonnant la zone de plissements du Tié-tchen-'ho, qui sur un minimum de 150 m d'épaisseur va de la région de Lin-ngan vers Lou-léang en flanquant à l'O. cette ligne de plissements et plus tard la bordure de la région relevée par les mouvements verticaux.

A l'O. de la région de plissement du Tié-tchen-ho le relèvement général s'est évidemment étendu, puisque les grès salifères et gypseux existent à l'O. de Yun-nan-fou, mais l'érosion a été beaucoup moins vigoureuse. Nous avons donc la preuve d'un mouvement beaucoup plus puissant à l'E. provoquant un gauchissement dans l'ensemble du Yun-nan. Résumant en quelques mots les données précédentes nous dirons qu'au début du Permien supérieur l'élément continental chinois sud-oriental a vu se former contre lui au Yun-nan une chaîne de plissements sur l'emplacement même des chaînes moscoviennes, puis l'élément continental s'est relevé sous l'influence des mouvements oscillatoires verticaux et ces mouvements ont acquis au Yun-nan une grande ampleur dans la partie orientale soudée à l'élément chinois sud-oriental, tandis que vers l'O. ils offraient une amplitude beaucoup plus faible ; et que plus à l'O. encore et au sud la mer, diminuant de profondeur, offrait au Laos et en Birmanie une faune lagunaire à facies de *Zechstein*.

Le dépôt des grès rouges du Permien supérieur fut suivi au Yun-nan par une émission de laves basiques qui, dans le voisinage de la boucle du Fleuve-Bleu, atteint une épaisseur véritablement extraordinaire, de sorte qu'on se trouve dans une des régions du globe où les éruptions labradoritiques et basaltiques ont offert certainement le plus de puissance. Il paraît probable que pendant ce temps les Alpes du Tibet oriental se comportaient comme l'élément chinois sud-oriental. Ainsi le Yun-nan nous apporte une confirmation de plus au fait qu'en Asie les systèmes montagneux se sont esquissés d'une manière définitive à la clôture des temps primaires et au début des temps mésozoïques. Bailey Willis dans cette remarquable vue d'ensemble qui forme le 2e volume de « *Research in China* » résume admirablement cette donnée :

« The diastrophic movements which occurred in all continents during the closing epochs of the « Paleozoic and the initial epochs of the Mesozoic were pronounced and prolonged throughout Asia. They « ultimately changed that face of the globe, as Suess has pointed out, welding together the separate elements « of the Asiatic continent, except that the Angara and Gondwana lands remained separated by the Hima- « layan strait. In contrast to the gradual changes of level which had characterized the Paleozoic, these « disturbances were of decidedly orogenic character. They gave rise to mountain systems, which are

« structurally still the controlling features of Asia. The foundations of the ranges are now raised to the « summits of the Tien-shan, Kuen-lung, and Ts'in-ling-shan and the substance of their masses constitutes « the Triassic and Jurassic sediment of Asia » (p. 89).

MOUVEMENTS MÉSOZOIQUES

Avec la période triasique le Yun-nan oriental subit un mouvement inverse ; le géosynclinal de la région du Pa-ta-'ho indique un lent mouvement d'affaissement au début de la période, mais avec soubresauts indiqués par les alternances houillères, lagunaires et marines ; pendant le Trias moyen ces conditions persistent ; avec le début du Trias supérieur l'approfondissement atteint son apogée avec l'envahissement par les Céphalopodes ; puis pendant le Norien supérieur un relèvement définitif chasse les eaux marines et les grès à plantes houillers envahissent peu à peu ; ces conditions s'affirment encore pendant le Rhétien.

MOUVEMENTS TERTIAIRES ET QUATERNAIRES

Les sédiments jurassiques manquent au Yun-nan d'une façon complète ; s'ils ont existé ils ont été complètement enlevés par l'érosion. Le Crétacé n'y existe pas non plus, ainsi que dans l'Asie centrale, et au Sseu-tchoan. Il y a évidemment beaucoup de probabilités pour que la formation des couches à plantes se soit prolongée au Yun-nan pendant le Jurassique comme au Sseu-tchoan (1). Mais la pénéplanation intense à laquelle la région fut soumise probablement jusqu'au moment des plissements himalayens fit qu'il n'en reste pas trace.

Vient ensuite la phase himalayenne : l'ensemble du Yun-nan est alors plissé d'une façon très énergique, les charriages y prennent une amplitude très grande et la région du haut Fleuve Bleu, prolongement sud du Yung-ling-chann, est charriée sur la région yunnanaise. Les nouveaux plis se superposent, en les compliquant, à ceux des phases précédentes.

Une phase de pénéplanation prolongée s'étend ensuite de ce moment jusqu'au Pliocène, probablement supérieur, sans qu'il soit possible de préciser d'une manière rigoureuse. Les plis himalayens sont complètement arasés. Puis de grands fractures N. N. E. découpent la région en longs voussoirs de plus en plus écroulés vers l'E. N. E. avec production de dépressions en chapelet.

Une phase de stabilité s'accuse pendant la fin du Pliocène supérieur, avec accumulation de sédiments lacustres ; puis pendant le début du Quaternaire, c'est une accumulation de loess et d'alluvions sableuses fluvio-lacustres.

Avec la seconde partie des temps quaternaires l'ensemble du Yun-nan participe au mouvement épéirogénique de relèvement général et se trouve porté à une altitude considérable ; pendant cette phase d'élévation, marquée par des temps d'arrêt, les réseaux hydrographiques s'installent, les temps d'arrêt étant marqués dans les cycles successifs de creusement des vallées, le captage des lacs a lieu. Le mouvement vertical se prolonge jusqu'à la fin des temps quaternaires et certainement pendant l'ère moderne et il est tout à fait probable qu'il n'est pas terminé, comme nous chercherons à le faire valoir.

(1) Loczy in Futterer. Peterm. Mittheil. n° 119.

Il me semble utile de résumer dans un tableau la succession des faits constituant l'histoire du Yun-nan, énoncés dans l'exposé précédent.

MOUVEMENTS OROGÉNIQUES ET ÉPÉIROGÉNIQUES AU YUN-NAN, DU CAMBRIEN A L'ÈRE ACTUELLE

ÉPOQUES GÉOLOGIQUES	YUN-NAN OCCIDENTAL (A L'OUEST DES GRANDS LACS)	YUN-NAN ORIENTAL (A L'EST DES GRANDS LACS)
Epoque actuelle et la plus grande partie du Quaternaire.	Mouvement général de relèvement épéirogénique à phases interrompues par des moments de stabilité; établissement du réseau hydrographique actuel ; cycles successifs d'érosion ; capture des lacs. Période caractérisée par la faune à *Margarya* (Cycles de l'étage du Kin-cha-kiang).	
Débuts du Quaternaire.	Comblement des dépressions lacustres, production de loess et d'alluvions en général gréseuses ; érosion dans les parties hautes. (Cycle d'accumulation de Lin-ngan).	
Pliocène supérieur.	Dépôts lacustres avec lignites dans les dépressions ; phase de stabilité et d'érosion dans les parties hautes. Fractures N. N. E. et N. S.; production d'une grande quantité d'importantes dépressions alignées suivant les lignes de fracture.	
Pliocène moyen et inférieur.	Erosion et pénéplanation (Cycle du Tsouéi-wéi-chann).	
Miocène (Oligocène ?).	Phase orogénique puissante ; charriages au nord de Yun-nan-fou, de la région du Yung-ling-chann sur le Yun-nan. Formation de l'arc yunnanais à convexité sud ; nouveaux plissements N. N. E. et N. E. sur l'emplacement des chaînes antérieures du Tié-tchen-'ho moulés sur l'élément chinois sud-oriental.	
Eocène, Crétacé, Jurassique.	Longue phase de stabilité pendant émersion définitive, avec pénéplanation totale.	
Rhétien, Norien supérieur	Relèvement épéirogénique, émersion définitive pendant la formation des grès noriens supérieurs à charbon.	
Norien inférieur et Carnien.	Maximum d'approfondissement du géosynclinal triasique, faune de Céphalopodes.	
Trias moyen.	Période d'oscillations verticales, amenant de fréquents changements de facies des terrains, mais sans très grande intensité. Faune indiquant toujours une profondeur modérée.	

ÉPOQUES GÉOLOGIQUES	YUN-NAN OCCIDENTAL (A L'OUEST DES GRANDS LACS)	YUN-NAN ORIENTAL (A L'EST DES GRANDS LACS)
TRIAS INFÉRIEUR (GRÉSO MARNEUX).		Mouvement d'affaissement très lent avec intercalation progressives de sédiments marins littoraux.
TRIAS INFÉRIEUR (ÉTAGE GRÉSEUX A CHARBON).	Erosion active détruisant les hauteurs dans la région de Tié-tchen-ho.	Accumulation de sédiments psammitiques de grès grossiers à plantes.
	Eruptions de labradorite et basaltes.	
	Production de grès rouges salifères reposant sur la surface érodée des calcaires permiens.	Production de grès rouges discordants sur les têtes de plis décapés, ou remplissant des regions calcaires sculptées en pays karstique.
PERMIEN SUPÉRIEUR.	Erosion peu intense.	Erosion intense, accumulation de poudingues puissants.
	Le mouvement épéirogénique oriental se fait moins sentir à l'ouest, et les dépôts marins lagunaires persistent au-delà, au Laos et en Birmanie.	Mouvement épéirogénique de relèvement succèdant au précédent, englobant en même temps l'élément chinois sud-oriental.
		Mouvement orogénique ; production de plissements moulant l'élément chinois sud-oriental.
PERMIEN MOYEN.	Phase de stabilité marine générale	Calcaires à *Sumatrines*.
		Calcaires à *Doliolina lepida*.
PERMIEN INFÉRIEUR.		Calcaires à *Brachiopodes*.
		Calcaires à *Néoschwagérines*. Calcaires à *Schwagerina princeps*. Calcaires à *Fusulina multiseptata*.
OURALIEN.		Calcaires à *Doliolina Aliciae*.
	Affaissements et accumulation de calcaires à *Fusulines*.	Mouvement de relèvement et arrêt de la sédimentation.

ÉPOQUES GÉOLOGIQUES	YUN-NAN OCCIDENTAL (A L'OUEST DES GRANDS LACS)	YUN-NAN ORIENTAL (A L'EST DES GRANDS LACS)
Moscovien supérieur.	Calcaires de Lo-a-tien et de Chouéi-tang. Calcaires à *Spirifer mosquensis.*	
Moscovien inférieur.	Accumulation de grès grossiers avec charbon à la partie supérieure. Sédimentation calcaire intercalaire. Accumulation de grès grossiers et de poudingues.	Pénéplanation. Mouvement orogénique donnant naissance à des plis puissants N. N. E. dans la région du Tié-tchen-'ho.
Dinantien.	Phase de stabilité marine.	
Dévonien supérieur et moyen.	Phase de stabilité marine avec fonds peu accusés et variations de faciès fréquentes.	
Dévonien inférieur.	Phase d'affaissement avec accumulation de sédiments détritiques.	
Gothlandien.	Sédimentation de grès arkosiques à *Placoïdes* et de grès à *Orthis Bouchardi.*	Relèvement épéirogénique de la région sud orientale avec érosion.
Ordovicien et Cambrien.	Phase de stabilité avec accumulation de dépôts détritiques arénacés indiquant des fonds peu accusés et éminement variables ; quelques épisodes calcaires.	

Ces vues d'ensemble posées on peut passer à l'analyse des « Leitlinien », des lignes directrices des plissements yunnanais, telles que les derniers efforts orogéniques himalayens les ont tracées, puis à celles des lignes de fracture qui recoupent nettement les axes tectoniques. Pour faciliter la compréhension des faits que nous allons exposer une Carte schématique au 1 : 500.000 (voir atlas) a été figurée.

Analyse des plissements du Yun-nan oriental

J'ai indiqué ailleurs déjà qu'il faut distinguer au Yun-nan quatre zones de plissement (1) : 1° Une zone de bordure du massif ancien haut-tonkinois ; 2° Une zone de plissements qui affecte principalement la bande des dépôts triasiques : 3° La grande zone plissée paleozoïque s'étendant largement vers l'ouest ; 4° La zone de charriage de la région du haut Fleuve Bleu, prolongement S. de la puissante région montagneuse du Yung-ling-chann.

(1) *Sur la tectonique du Yun-nan* C. R. Ac. Sc. 11 novembre 1910.

I. — Zone de bordure du massif ancien du Haut-Tonkin

Elle comprend uniquement des termes paléozoïques et offre des plis puissants, énormes isoclinaux occupant le bassin du Nan-ti, écrasés contre le massif éruptif et cristallophyllien du haut Tonkin, avec laminages intenses. L'étude n'a pas été poussée suffisamment aux abords du massif tonkinois pour en permettre la description détaillée. Mais en parcourant le Nan-ti, j'ai pu me rendre compte que dans cette région la Tectonique est caractérisée par d'énormes plis généralement verticaux, sans déversement accentué, et écrasés d'une façon extraordinaire. La vallée du Nan-ti, si profondément entaillée et ses affluents qui affectent de même la forme de ravins d'une étroitesse et d'une profondeur colossale, permettent d'étudier ces plis dans leurs parties profondes. Les terrains composants sont les calcaires ouraliens et permiens, les formations calcaréo-marneuses du Dévonien supérieur et moyen et une masse épaisse de grauwackes, de schistes, et de grès broyés dans lesquels sont représentés sûrement le Cambrien, et probablement l'Ordovicien ; le Gothlandien apparaît dans les grauwackes écrasées de Ko-kou à *Spirifer tonkinensis* Mansuy. Le degré de compression auquel cette zone a été soumise est tel que les masses schisteuses ou schisto-gréseuses paléozoïques, les calcaires marneux dévoniens, serrés entre les flancs calcaires d'une épaisseur énorme des anticlinaux, formés par l'Ouralien et le Permien inférieur et moyen, ont été contournés, comprimés d'une façon étonnante ; en certains points la compression a été telle que ces terrains meubles se sont en quelque sorte écoulés, ont été expulsés en partie par l'intensité des poussées qui les chassaient entre les retombées calcaires tendant à devenir parallèles, comme entre les plateaux d'une presse ; en certains points, comme entre Wang-tang et Ko-kou l'allure des terrains devient complètement incohérente et les pendages se produisent dans tous les sens (1). Pendant la période des pluies les masses calcaires glissent sur les masses schisteuses brisées en petits éclats qui leur servent de plans lubrifiants.

Une étude détaillée sera nécessaire pour arriver à préciser l'emplacement approximatif des différents niveaux dans cette région avoisinant le Tonkin ; il est même certain qu'une notation compréhensive devra être fréquemment employée, car la similitude des faciès, la difficulté de trouver des fossiles en bon état dans les terrains schisteux et gréso-marneux, souvent tellement brisés que sous le marteau ils s'éparpillent en fragments minuscules, rendent illusoire une notation détaillée.

L'ensemble des axes, pourvus dans le Nan-ti, d'une direction N. N. E. s'infléchit fortement à l'est, au nord de Ma-li-po ; au contraire dans la direction du Fleuve Rouge il passe peu à peu à la direction N. S. Ce sont, semble-t-il, les mêmes plis qui se poursuivent entre le Fleuve Rouge et la Rivière Noire.

Ainsi cette région du Nan-ti se montre, et cela apparaîtra davantage lorsque nous aurons décrit l'ensemble de la structure du Yun-nan, comme une zone fortement comprimée contre l'extrémité de l'élément chinois sud-oriental, le massif ancien du haut Tonkin étant considéré comme formant l'extrémité ouest-sud-ouest du dit élément.

Il est possible que les directions des plissements antérieurs aux plissements himalayens aient pu être un peu différentes ; il serait impossible en tous cas d'arriver à cet égard à une certitude, car la violence des refoulements lors de la phase himalayenne a tout soumis à l'orientation des efforts tectoniques de cette dernière. Cependant il paraît surtout probable que les plissements himalayens se sont simplement superposés à ceux qui avaient été produits par les efforts orogéniques antérieurs qui avaient déjà offert une tendance marquée à mouler le vieil obstacle résistant de l'élément continental chinois sud-oriental.

II. — Dislocation de la zone triasique

Je rappellerai brièvement comment on peut caractériser la composition de cette zone. Nettement séparée par de puissantes fractures de la précédente, dans laquelle n'existe aucune trace de terrains secondaires, cette bande, qu'on doit relier au Trias tonkinois, reconnu à l'ouest du Fleuve Rouge, passe entre Lin-ngan et

(1) C'est une des causes essentielles des éboulements nombreux que subit la ligne ferrée à chaque saison des pluies.

Mong-tseu avec une orientation N. N. E. La bande triasique se dilate ensuite fortement entre A-mi-tchéou et Tchong-ho-yun. Le Trias supérieur y apparaît alors comme élément très important ; la vallée du Pa-ta-'ho se creuse dans sa puissante série de grès et de schistes. Le Trias inférieur, épaisse masse de psammites rougeâtres avec marnes et grès subordonnés, riche en gisements de charbon, également gypso-salifère, apparaît dans la région de Tchou-yuen, coupé en biseau par la grande fracture de Pong-pou qui le fait disparaître rapidement au sud-ouest, tandis qu'au N. E. il se dilate en prenant une extension géographique considérable entre Kwang-si-tchéou et Mi-leu, et de là entre Lou-léang et Lo-ping vers le Kwéi-tchéou. En somme, l'ensemble du Trias étranglé par des failles dans la région Mong-tseu Lin-ngan, s'étend au contraire vers le N. E. ; forme la majeure partie de la vaste région comprise dans le triangle A-mi-tchéou, Kwang-nan (au Kwang-si) et Lou-léang et se prolonge au Kwéi-tchéou. Il suffira au lecteur de jeter les yeux sur la Carte géologique, pour vérifier avec quelle netteté les fractures limitent presque partout le bassin triasique effondré entre les aires paléozoïques et c'est justement à cette circonstance qu'il doit d'être conservé sur une épaisseur si considérable.

Dans le massif de Ko-tiéou le jeu des failles s'est produit de telle façon que le Trias moyen et les terrains paléozoïques s'interpénètrent et que les contacts anormaux sont très tranchés, de même dans la région de Ouang-pé-pé à l'est d'A-mi-tchéou. Il en est ainsi dans la région de Tchong-ho-yun ou le Trias moyen découpé par un remarquable champ de fractures N. E. et N. O. s'enfonce comme un coin entre les blocs de calcaire à *Spirigerella grandis* artinskiens.

Massif de Ko-tiéou. — Au sud du bassin de Mong-tseu le Trias et les calcaires ouraliens forment des bandes parallèles orientées N. N. E.-S. S. O., fortement plissées. J'ai déjà insisté sur le fait (page 7) que par suite de l'existence des grandes fractures N. E. parallèles à la vallée du Fleuve-Rouge, dont l'une a donné naissance aux bassins effondrés de Mien-tién, Mong-tseu et aux dépressions intermédiaires, il n'y a pas du tout concordance entre la direction tectonique et la direction orographique, la première étant N. N. E.-S. S. O., la deuxième N. O.-S. E. et les axes tectoniques coupent presque normalement l'axe des montagnes de Ko-tiéou.

Massif au N. E. du bassin de Mong-tseu. — Or, de l'autre côté du bassin de Mong-tseu une grande fracture qui limite le bassin de ce côté, biseaute des axes de plis qui, en réalité, ne sont autre chose que la prolongation vers le N. E. des plis du massif de Ko-tiéou brusquement interrompus par la vaste dépression effondrée ; on observe ainsi toute une série de plis extrêmement accusés dans le Trias moyen depuis 'He-long-tan (Dragon noir) jusqu'à Ta-tchouang ; de la plaine on voit admirablement ces plis aux contournements considérables se dessiner avec vigueur sur le haut abrupt dénudé qui surplombe le bassin de Mong-tseu et venir successivement s'interrompre en biseau sur ce bassin par l'effondrement. La Carte tectonique sur laquelle sont tracés les axes des plis et les fractures, indique cette structure.

A l'E. une nouvelle ligne de fracture en ligne brisée interrompt brusquement les axes des plis triasiques en les faisant buter brutalement contre les calcaires permiens (Artinskien) du Ming-kien-chann, orientés à peu près de même façon, mais les conditions sont telles alors que ce sont les plis formés de terrains paléozoïques qui, par suite de la longue dénivellation, prolongent les plis composés par les terrains triasiques moyens. Franchissons l'espace occupé par cette masse de calcaires ouralo-permiens et nous retrouvons de nouveau le Trias plissé faisant suite aux axes des calcaires ouralo-permiens dans la région de Tchong-ho-yun. Ces faits compliqués méritent quelques explications détaillées, que la figure 12 (texte) peut compléter en montrant ce mécanisme particulier des directions de fracture N. E. interrompant brusquement les plis, ou plus exactement provoquant des dénivellations qui mettent en prolongement des terrains très différents.

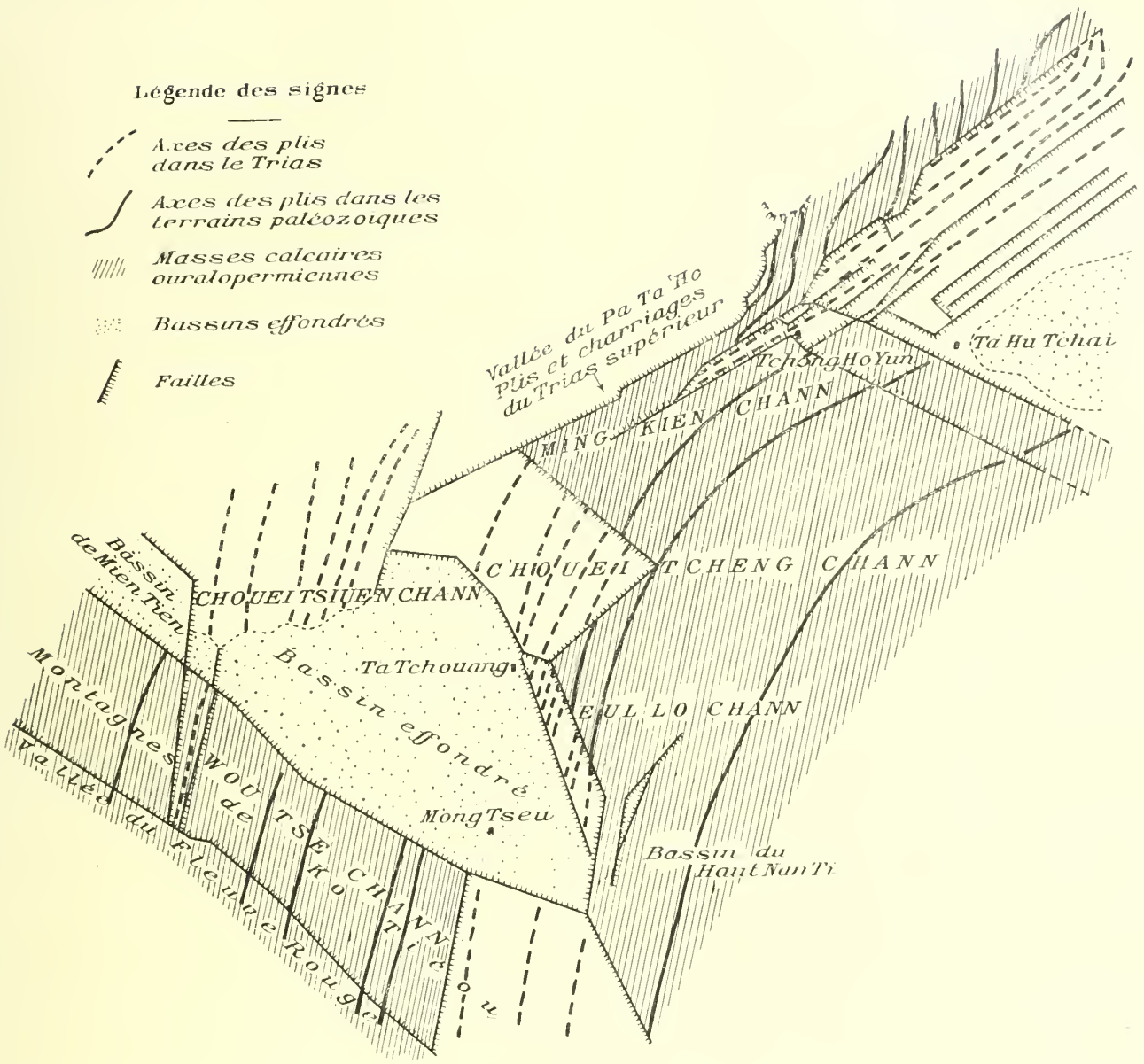


Fig. 12. — Montrant la continuité des axes de plissement des deux cotés du bassin effondré de Mong-tseu et comment ces axes se prolongent de part et d'autre des fractures S. O. Les parties couvertes de hachures sont occupées par les terrains calcaires ouralo-permiens ; les parties blanches correspondent au Trias.

Anticlinal de Ouang-pe-pe : Partons de la plaine de Mong-tseu; de 'He-long-tan ou station du Dragon noir à la vallée de Ta-tchouang, les plis sont serrés dans les calcaires triasiques $t_{,,}$. Le long du haut plateau de l'Eul-lo-chann une bande étroite de calcaires offre des plis empilés, déversés vers l'E. S. E. ou non déversés. Une fracture parallèle à celle de la bordure orientale du bassin de Mong-tseu, interrompt brusquement les calcaires triasiques et les met en contact avec les calcaires ouralo-permiens du plateau du haut Nan-ti. Au N. de Ta-tchouang, entre cette localité et le bord faillé du Ming-kien-chann, cette brusque interruption du Trias plissé, par une direction normale au plissement, apparaît avec une admirable netteté dans le bel anticlinal de Ouang-pe-pe ; cet anticlinal, (dans lequel le Trias calcaire $t_{,,}$ forme les retombées et dont l'axe est occupé par les schistes et grès de la partie inférieure du Trias moyen très disséqué par l'érosion), se laisse étudier d'une façon très nette. Le ravin de Hé-ou-tchin, si profondément entaillé en cluse normale au pli et aux parois rapides (fig. 153, atlas) permet de se rendre parfaitement compte de son allure. On remarquera que, bien que les retombées du pli soient normales, les efforts tectoniques paraissent avoir eu une importance très considérable, ainsi qu'en témoignent les multiples accidents formant de petits charriages locaux, les contournements simulant des plis

renversés dont les axes sont parallèles au plissement principal ; l'ensemble forme en somme un grand pli régulier dont les flancs sont très tourmentés (fig. 77, atlas) et dans lequel les calcaires $t_{,,}$ du Trias moyen sont très fréquemment laminés. Dans la partie de l'anticlinal qui s'étend entre la plaine de Jan-kan-tchai Ta-tchouang et le ravin de 'Hé-ou-tchin l'axe du synclinal est dépourvu des calcaires $t_{,,}$ que l'érosion a déblayé et ce sont les schistes et les grès t_1 et t_1a qui affleurent ; mais sur le flanc nord-est du ravin de 'Hé-ou-tchin les calcaires recouvrent complètement l'horizon t_1a qui s'enfouit au-dessous comme le montrent les deux coupes parallèles de la fig. 77 (atlas). Presque aussitôt une puissante fracture N. O.-S. E. coupe brusquement l'anticlinal formé par le Trias qui apparaît effondré le long du Permien inférieur calcaire très disloqué et brisé du Léi-kong-chann, dont les pitons offrent une topographie très particulière. La dénivellation occasionnée par la fracture est très considérable ainsi que le montre la fig. 78 (atlas), prise parallèlement à l'axe de l'anticlinal.

Dans la région occupée par les plissements affectant les calcaires paléozoïques, les axes relayent ceux des plis triasiques, mais il n'y a pas toujours une concordance rigoureuse entre les orientations, qui, là où les calcaires ouralo-permiens se montrent largement à découvert, se rapprochent souvent de la direction N. S., mais d'une façon générale cette direction, qui rappelle celle des plis permiens antétriasiques, a été vaincue par les efforts orogéniques himalayens et a dû céder à l'influence de ces derniers, de sorte que la direction générale reste celle du Trias et que les anomalies locales ne sont qu'un souvenir des directrices permiennes superposées elles mêmes, aux directrices moscoviennes. Une autre remarque doit être faite ici, c'est que dans la région triasique, là où grâce aux fractures les terrains paléozoïques uniquement calcaires apparaissent, on constate qu'ils sont moins violemment plissés que le Trias qui semble avoir en quelque sorte joué sur la surface des calcaires paléozoïques ; ceci ne revient pas à dire que les calcaires ouralo-permiens n'ont pas souffert de nouveau des efforts orogéniques lors de la phase himalayenne, mais il semble y avoir eu un double mouvement, plissement de l'ensemble des terrains paléozoïques déjà plissés et des terrains mésozoïques, mais ces derniers offrant une plus grande faculté de déformation que les calcaires ouralo-permiens, se décollaient de leur substratum paléozoïque en se contournant à l'excès, tandis que les calcaires anciens se brisaient plutôt.

L'existence des charriages d'écailles superposées trouve ici une explication logique.

Région de Tchong-ho-yun. — Poursuivant vers le N. E. nous trouvons dans cette direction une nouvelle cassure très importante se détachant du riche réseau de failles qui apparaît dans la région de Tchong-ho-yun et de Ta-hu-tchai. Le Trias moyen joue un rôle prépondérant et nous voyons reparaître ici la prolongation des terrains triasiques plissés qui devaient buter au S. O. contre la région calcaire ouralo-permienne, et qui sont brusquement coupés par cette fracture N. O.-S. E. L'interruption des directrices de plissement de cette bande triasique, par l'effondrement de part et d'autre de la région ouralopermienne, est dès lors parfaitement nette. Au S. O. de Tchong-ho-yun une bande plissée de Trias moyen est effondrée entre deux failles qui la font pénétrer comme dans un véritable couloir allongé N. E.-S. O. dans le massif calcaire permien, aux environs de Thé-la-ki et de Hou-pou-pé. La fig. 79 (atlas) montre la coupe transversale de cette bande plissée à l'extrême et dont les mouvements tectoniques sont déversés vers le S. E.

A. l'E. de Tchong-ho-yun, entièrement encadrée par le double réseau de failles N. E. et N. O. s'étend une grande aire de terrains triasiques moyens, écroulés en échelon vers le massif permien du Ming-kien-chann. Mieux que de longues explications la fig. 80 de l'atlas fera comprendre la structure de cette région, formé de plis très compliqués, et en général de faible amplitude coupés par une série de failles dont le regard est tourné vers le S. E. Les axes des plissements sont franchement orientés vers le N. N. E. La faible amplitude des plis pourrait conduire, si l'observation était superficielle, à considérer cette région comme faiblement ondulée, mais l'examen attentif fait découvrir que les calcaires triasiques sont généralement très laminés et plissotés, caractère incompatible avec l'allure de formations simplement plissées en grands anticlinaux et synclinaux réguliers ; de plus, traversant cette région parallèlement à la direction générale des plis, on observe un long pli faille (fig. 80 atlas), bien marqué près de Ta-li-tang et qui jalonne une bande de calcaire permien pincée dans le Trias moyen dans lequel au premier abord, elle semble intercalée ; au premier examen, on trouve que ce calcaire est complètement bréchoïde. Ainsi à l'étude approfondie, on

trouve que cette région à l'aspect de plateaux tranquilles effondrés en gradins vers le S. E. n'est autre chose qu'une région d'écailles coupée par des failles.

Les directrices tectoniques sont bien N. E. dans leur ensemble. Une anomalie se produit dans la région du village de Sin-tien, où une inflexion brusque donne au Trias moyen plissé en synclinal, une directrice N. S. Mais c'est là un accident absolument local.

Résumons en quelques mots : dans la bande de terrains que nous venons d'étudier les axes de plis sont orientés N. N. E. dans les montagnes de Ko-tiéou bordant au S. le bassin effondré de Mong-tseu qui les interrompt. Ils reparaissent avec la même direction dans le Trias moyen qui borde au N. E. le bassin de Mong-tseu; puis dans les calcaires ouralo-permiens du Ming-kien-chann et se prolongent dans la région du Trias moyen de Tchong-ho-yun, Ta-hu-tchai, Sin-tien, etc. De N. N. E., la direction des axes devient peu à peu franchement N. E. et dessine ainsi une grande courbe dont la concavité est tournée vers le Tonkin, et circonscrite à la zone des plis du Nan-ti. La Carte géologique, par la seule allure des bandes de terrains indique déjà ces faits.

Plissements du trias entre la fracture d'A-mi-tchéou et la faille du lac de Tsin-chouéi-tang. — Une épaisse bande de Trias supérieur comprise entre le bassin effondré de Mien-tien, la fracture de Tsin-chouéi-tang et la faille d'A-mi-tchéou se délimite nettement sur la carte. Elle est très fortement plissée, mais sans qu'on y observe des étirements de grande amplitude. Les plis forment des brachysynclinaux et des brachyanticlinaux à plongements périphériques de type jurassien, très étroits, à parcours très allongés et qui se dessinent nettement sur la Carte géologique. Entre A-mi-tchéou et I-wan-tchai l'axe des anticlinaux est formé par les schistes gréseux et marneux t_1a du Trias inférieur, l'axe des synclinaux est ordinairement occupé par les calcaires $t_{,,}$ et près d'I-wan-tchai à l'Est par les marnes à *Pseudomonotis illyrica* t_1 du Trias moyen supérieur. Entre Ngan-pien-chao et I-wan-tchai, c'est presque toujours ce dernier horizon qui occupe le milieu des brachysynclinaux allongés. Autour de Ngan-pien-chao et de Lo-sé-tang l'ensemble est fortement faillé. Le sens du déversement est assez indifférent dans la région du Si-chann, comme le montre la fig. 81 (atlas) qui représente une coupe menée de Ngan-pien-chao à A-mi-tchéou. L'intensité des refoulements est vivement accusée dans cette région. Je renverrai le lecteur aux coupes qui ont été déjà données dans la description stratigraphique, notamment aux fig. 62 et 63 de l'atlas qui montrent des contournements extraordinaires dans les couches schisto-marneuses t_1 notamment près de San-té-pé. L'analyse détaillée de chaque pli serait fastidieuse et les coupes que j'ai données, ainsi que la Carte tectonique et la Carte géologique elle-même, suffisent amplement pour donner une idée de l'ensemble.

Les plis qui, au sud de la route de Ngan-pien-chao à A-mi-tchéou, sont orientés à peu près N. S. ont une inflexion assez rapide vers le N. N. E. et le N. E. à la hauteur d'A-mi-tchéou. Cette direction se maintiendra à l'est de la faille d'A-mi-tchéou.

Plissements du Trias moyen au sud d'A-mi-tchéou. — Un point assez particulièrement intéressant se trouve au sud d'A-mi-tchéou dans le Chouéi-tsiuen-chann où un contact très tourmenté sépare le Trias marneux moyen supérieur t_1 du Trias moyen calcaire $t_{,,}$ à 2 km au sud du village de Nan-tchai. De bonnes coupes peuvent être relevées sur la route même d'A-mi-tchéou à Mong-tseu.

J'ai donné, dans la figure 83 de l'atlas, 3 coupes parallèles s'échelonnant du N. au S. sur une longueur de 2 km. environ et montrant un contact anormal bien dessiné, quoique sur une longueur relativement faible. Ce contact vient disparaître au N. E. dans le fond de la vallée d'A-mi-tchéou sous les alluvions. C'est là où le chemin muletier d'A-mi-tchéou à Mong-tseu quitte la plaine et s'élève brusquement sur un contrefort rapide, qu'on observe le mieux la dislocation : les calcaires $t_{,,}$ sont fortement plissés en une étroite bande synclinale flanquée à l'est d'un anticlinal dont les couches sont verticales dans le ravin longeant le contrefort à l'ouest, tandisque vers le haut, dans le chemin même on voit les couches se recourber peu à peu et l'anticlinal se déverser vers le S. E. Le noyau de l'anticlinal couché est constitué par du Trias moyen inférieur qu'on voit s'étirer et disparaître entre les deux flancs du pli (fig. 83 B et C, atlas). Du côte est du contrefort la pente rapide qui descend sur la plaine est sculptée dans les schistes marneux roses t_1 à *Pseudomonotis illyrica*, extraordinairement plissés en petits plis qui brisent les schistes ; le tout accuse une tendance complète à se coucher vers le S. E. et le flanc renversé de l'anticlinal chevauche complète-

ment (fig. 83 C atlas) les marnes t_1, leur superposant ainsi les calcaires $t_{,,}$. Il y a en ce point chevauchement et poussée du Trias calcaire $t_{,,}$ sur le Trias moyen supérieur t_1 marneux.

Si l'on suit vers le S. le plan d'étirement, on le voit peu à peu s'atténuer et les couches calcaires $t_{,,}$ se redresser, passer à la verticale, puis se renverser de nouveau avec un plongement très rapide N. E., de sorte qu'au lieu de chevaucher les schistes marneux t_1 ils les supportent normalement. Une coupe (fig. 82 atlas) prise à mi-distance entre le poste miltaire situé sur le chemin d'A-mi-tchéou à Mong-tseu et la plaine alluvionnaire de Iang-pé et à peu près transversale à la direction des plis, le montre bien ; elle figure également les dislocations intenses du Trias schisto-marneux à *Pseudomonotis illyrica* de la large bande d'affleurements comprise entre le prolongement méridional de la faille d'A-mi-tchéou et les collines de calcaire triasique moyen à travers lesquelles remonte le Lin-ngan-'ho vers le N.

Plissements du Trias dans la vallée du Pa-ta-'ho au N. E. et a l'E. d'A-mi-tchéou. — Du côté opposé au précédent, c'est-à-dire à l'E. de la faille d'A-mi-tchéou le Trias supérieur occupe la plus grande partie des affleurements ; les efforts orogéniques se sont fait sentir ici avec une grande intensité. D'une façon générale les plis sont renversés vers le S. E, et les étirements très nombreux ; les écailles superposées sont en beaucoup de cas, la caractéristique de cette région. La Carte géologique montre partiellement cette structure ; je dis partiellement parce que comme je manquais de base topographique suffisamment détaillée, il m'a été impossible de distinguer sur la carte les différents horizons du Trias supérieur que j'ai dû teinter de même façon de t_{III} à t_{VII}. Il en résulte que dans beaucoup de cas des étirements importants ne se laissent pas deviner sur la carte.

L'analyse très détaillée des plissements de cette zone serait beaucoup trop longue à exposer, étant donnée l'extraordinaire multiplicité des accidents anormaux. Je vais seulement chercher, par des coupes appropriées, à mettre en lumière le fait général qui se dégage des observations sur le terrain : la structure en écailles plongeant presque toujours vers le N. E. ; c'est-à-dire que les plis sont de façon générale déversés vers le S. E.; et que la poussée s'accentuant, les charnières se sont fréquemment rompues et les chevauchements se sont multipliés ; ceci n'est pourtant pas absolu et certains charriages sont le fait de véritables décollements.

Coupe de Lan-ni-pé à la faille de Tse-tsou à Tou-pi : Cette coupe dirigée N. N. O.-S. S. E. traverse normalement les plis de la zone triasique entre la faille d'A-mi-tchéou et la grande faille de Tse-tsou qui limite au N. E., la région paléozoïque calcaire ouralo-permienne du Ming-kien-chann. Elle offre des dislocations considérables. Partant de la grande faille d'A-mi-tchéou, on traverse d'abord les schistes et grès de Lan-ni-pé à *Daonella indica* relevés à la verticale, qui se renversent peu à peu sur les calcaires t_{III} à *Trachyceras* du passage du Ladinien au Carnien lesquels se montrent complètement écrasés et torturés en tous sens dans les grandes collines formant l'avancée qui sépare le Lin-ngan-'ho et le Pa-ta-'ho à leur confluent. Puis, dans la vallée même du Lin-ngan-'ho, à proximité du confluent passe un pli-faille mettant en contact l'horizon t_{III} et l'horizon des marnes roses t_{VI}. On traverse ensuite dans l'extrémité O. S. O. du Lou-fong-chann une région de collines élevées, profondement ravinées, dans lesquelles les différents horizons du Trias supérieur forment une série de plis couchés, intensément disloqués ; puis un peu au N. du chemin de Lou-sa-pien à A-mi-tchéou, on traverse une mince bande de calcaire $t_{,,}$ formant une écaille laminée, écrasée entre le Trias supérieur de la bande précédente et une nouvelle ligne d'affleurements carniens et noriens à travers lesquels descend le chemin précité de Lou-sa-pien à A-mi-tchéou ; cette dernière bande de Trias supérieur offre les plus beaux exemples de contournements que l'on puisse voir, avec des contacts anormaux se succédant sans arrêt. C'est un exemple de ces endroits où il serait complètement impossible, quelle que soit l'échelle de la carte, de délimiter les différents horizons tellement ils forment un inextricable enchevêtrement. Pour en donner un exemple, on recoupe huit fois l'horizon des marnes roses t_{VI} à *Trachyceras fasciger* Mansuy sur une longueur de trois kilomètres ; naturellement dans de pareilles conditions chaque horizon se montre en général très amoindri, fortement incomplet. Ces différentes bandes d'affleurements viennent toutes se laminer dans un contact anormal qui lui-même aboutit à la dépression fracturée d'A-mi-tchéou (V. Carte). Le Trias supérieur de la bande que nous venons de décrire passe ensuite vers le S. E. à une bande de Trias moyen, mais très normalement ; ce Trias moyen qui forme une large bande sculptée en collines élevées, aux pentes rapides, aux sommets ronds, montre

dans ses calcaires un faciès d'écrasement considérable ; il est haché de cassures et les pendages changent à tout bout de champ. C'est en descendant en lacets rapides dans cette bande que le sentier de Lou-sa-pien aboutit à la plaine d'A-mi-tchéou. Au S. de cette bande calcaire on traverse en se dirigeant vers Ta-t'a une large bande de Trias supérieur à laquelle succède un important affleurement parallèle des horizons à *Pseudomonotis illyrica* et à *Myophoria inaequicostata*, ces deux bandes butent successivement contre la faille de Ta-t'a.

Ainsi, de Lan-ni-pé à la faille de Ta-t'a, faille qui se prolonge au N. E. vers Tou-pi et Tse-tsou, le Trias moyen et le Trias supérieur se montrent profondément disloqués. L'orientation des axes de plissements y est à peu près N. E. et cette direction va s'affirmer dans les coupes suivantes.

Coupes entre le Pa-ta-'ho et la faille de bordure du Ming-kien-chann : Une excellente coupe montrant les dislocations du Trias supérieur et du Trias moyen est celle qui peut être relevée dans la région de Ma-tche-tchao et de Tse-tsou (fig. 85 atlas). Comme le montre la Carte géologique une importante bande d'affleurements de Trias moyen, limitée par divers plans de charriage, s'allonge avec une direction à peu près N. E. des environs de Ma-tche-tchao vers Tchong-tchai et chevauche en définitive le Trias supérieur. On se rend très bien compte de ces faits en allant de Ma-tche-tchao à Tse-tsou par Ya-ma-tchai: en partant de Ma-tche-tchao, on chemine sur les calcaires $t_{,}$, remplis de dolines et de gouffres, formant un anticlinal ; un peu au S. E. de cette localité les calcaires plongent brusquement, presque verticalement, pour se relever de nouveau au delà d'un synclinal occupé par les marnes schisteuses jaunes ou rougeâtres à *Pseudomonotis illyrica* et *Daonella indica* et former une barre dans laquelle les couches pendent vers le N. E.; au-delà de cette, barre on retrouve près de Ya-ma-tchai les marnes et schistes t_1 s'enfonçant sous les calcaires $t_{,}$, qui les chevauchent Au-delà de Ya-ma-tchai on traverse un anticlinal, déversé vers le S.E. où les calcaires $t_{,}$, chevauchent les marnes t_1 dans le flanc renversé ; puis nouveau pli faille, après lequel on rencontre une écaille formée d'un lambeau de $t_{,}$, et de t_1 poussée elle-même par l'intermédiaire d'une contact anormal sur le flanc renversé du synclinal de Tse-tsou dans lequel on observe une épaisse série de Trias moyen et de Trias supérieur allant de $t_{,,}$ à t_{VII} interrompue elle-même par des plis-failles occasionnant la formation d'écailles secondaires. Le flanc normal du synclinal de Tse-tsou n'est pas visible, il est effondré le long de la faille limite de la bordure N. E. du Ming-kien-chann, faille qui abaisse le Carnien au niveau de l'Artinskien calcaire.

Coupe près de Lou-sa-pien : Au N. O. de Ma-tche-tchao une fracture importante traverse en ligne brisée la région triasique, mettant en contact des horizons variés du Trias supérieur et du Trias moyen calcaire. Les terrains se montrent également profondément disloqués entre cette faille et le Pa-ta-'ho. Parmi les coupes nombreuses que j'ai relevées, je donnerai celle que j'ai observée entre Lou-sa-pien et la faille que j'appellerai faille de Pei-hoa-tseu (Fig. 86 atlas). Du Pa-ta-ho à Lou-sa-pien le Trias supérieur forme une multitude d'écailles, de plis écrasés, le tout couché vers le S. E. Près de Lou-sa-pien les grès noriens t_{VII} sont poussés comme l'indique la figure sur une mince bande de calcaire de Trias moyen $t_{,}$, écrasée et réduite à quelques mètres d'épaisseur par endroits, cette mince lame repose en discordance tectonique complète sur les marnes roses du Norien inférieur très plissées aussi. La faille de Pei-hoa-tseu interrompt cette série et fait apparaître la série des plis affectant le Trias moyen de Ma-tche-tchao. Pour rendre les faits plus clairs, j'ai donné dans la figure 13 (texte) un petit carton dans lequel tous les horizons ont été indiqués, ce qui facilite la compréhension.

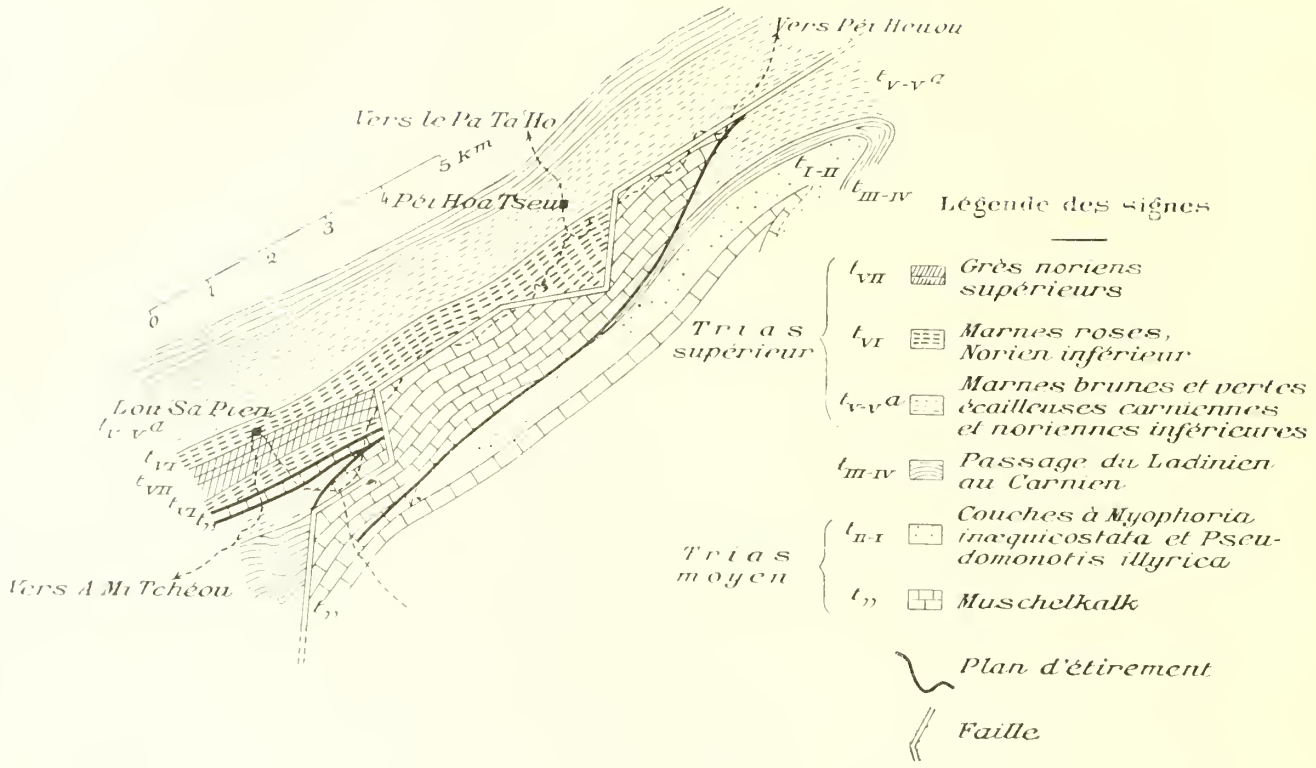


Fig. 13. — Dislocations de la région triasique dans la région de Lou-sa-pien et de Pei-hoa-tseu.

Coupes de Lo-pou à Cha-kou-lou et de Lo-pou à Péi-heuou : Le chemin de Cha-kou-lou au Pa-ta-'ho par Lo-pou, qui nous a permis déjà de relever des coupes stratigraphiques intéressantes, offre également beaucoup d'intérêt pour la complication de l'édifice tectonique. La figure 78 de l'atlas en rend compte. Ce qui complique la structure, c'est la coexistence de fractures et de plis failles. Près de Lo-pou une fracture S. O.-N. E. a abaissé les grès du complexe t_{VII} norien plissés en anticlinal, au contact du calcaire $t_{,,}a$ du Trias moyen, lui-même effondré le long d'une autre faille. La figure montre, sans qu'il soit besoin de description, les plissements et les contacts anormaux dans la ligne de hauteurs qui sépare le ravin de Cha-kou-lou du Pa-ta-'ho.

La coupe donnée fig. 88 (atlas) montre des faits analogues. Prise à quelques kilomètres au S. E. de la précédente et un peu oblique par rapport à elle, elle montre les grès du complexe t_{VII} effondrés près de Lo-pou contre le calcaire $t_{,,}$ lui-même scindé par une autre faille. En arrière vient une riche série du Trias supérieur plissée, dont le terme le plus élevé, t_{VII}, vient buter contre la faille de Pei-hoa-tseu qui, comme nous l'avons déjà observé près de Lou-sa-pien la fait entrer en contact avec les calcaires $t_{,,}$; dans la vallée du Pe-ki-'ho, au delà de la faille, une lame de Carnien, (marnes vertes à *Halobia comata*) est écrasée entre deux masses de calcaires $t_{,,}$ du Trias moyen, comme le montre la partie droite de la fig. 88 (atlas); cette dernière dislocation est d'un très haut intérêt, car elle montre un véritable décollement et cheminement d'écailles, dans d'autres conditions que celles d'un simple pli couché.

Coupes de Tchong-tchai à Ta-yao-tchai et de Ta-yao-tchai à lang-tsi-kiou : La coupe de Tchong-tchai à Ta-yao-tchai montre des faits du même ordre ; je l'ai figurée dans l'atlas (coupe fig. 91). Elle montre d'abord à l'O. N. O. une grande écaille de Trias moyen et supérieur, allant des termes t_{II} à t_{VII}, intensément reployée sur elle-même en plis à charnières aigües et poussée en bloc sur une écaille de Trias moyen comprenant les horizons $t_{,,}$, $t_{,,,}$ et t_{t}, également reployée sur elle-même et poussée à son tour sur une nouvelle écaille aussi de Trias moyen très plissé ; la figure montre encore deux autres écailles de Trias moyen dont la dernière plissée en isoclinaux chevauche les grès noriens t_{VII} qui, au N. O. du village de Ta-yao-tchai s'enfoncent sous un synclinal de Trias moyen dont le flanc S. E. est étiré.

Nous voyons ainsi cinq écailles poussées successivement l'une sur l'autre et offrant chacune individuellement des plissements intenses, laminant et déformant les roches composantes. Tout cela plonge au N. O.

Au sud-est de Ta-yao-tchai, entre cette localité et le passage de la faille limite de la région triasique à environ 1 Km. de Iang-tsi-kiou, le Trias supérieur est plissé en un grand synclinal que j'ai déjà décrit au point de vue stratigraphique parce qu'il offre une série intéressante des horizons t_V à t_{VII}. Je renverrai le lecteur à la coupe que j'en ai donnée dans l'atlas (fig. 73) et qui montre le synclinal brisé et décomposé en écailles poussées les unes sur les autres, le sens de la poussée venant du N. E. Je crois absolument inutile de décrire les étirements multiples de cette région ; et je compléterai la figure de l'atlas par le carton fig. 14 (texte) qui montre de façon suffisante, à ce qu'il me paraît, les dislocations intenses de la région. La décomposition en écailles poussées les unes sur les autres y apparaît nettement.

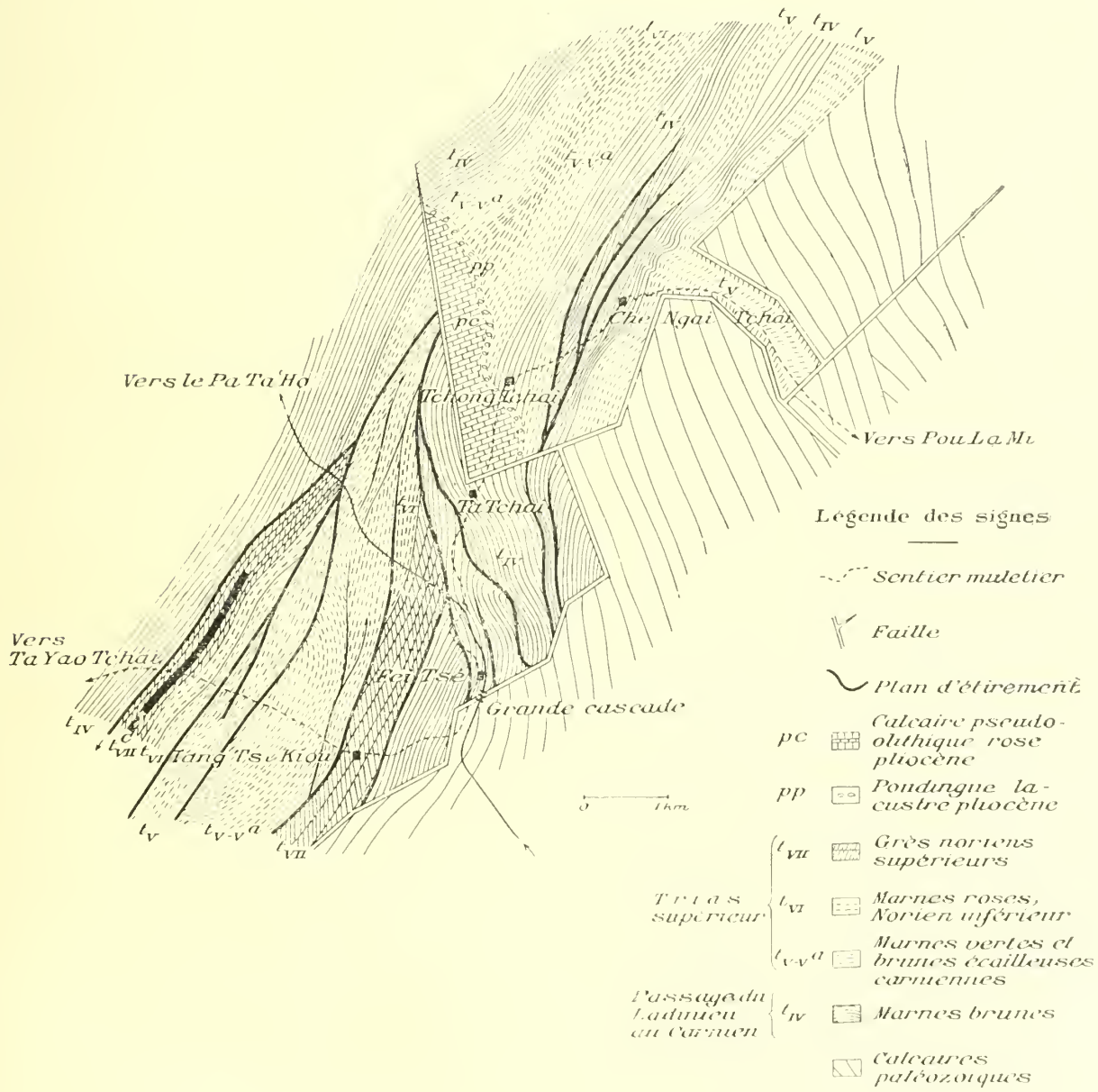


Fig. 14. — Dislocations du Trias entre Ta-yao-tchai et Che-ngai-tchai.

Un contact anormal qui passe à l'O. de Iang-tsi-kiou près des premières maisons du village montre les marnes verdâtres écailleuses à *Halobia comata* et celles à *Paratibetites* poussées sur les grès à plantes

t_{VII} ; en suivant le plan d'étirement vers le nord on voit les marnes roses t_{VI}, supprimées plus au sud par l'étirement, reparaître peu à peu ; de tels exemples foisonnent dans la région.

Entre Iang-tsi-kiou et Ta-tchai les dislocations restent aussi intenses. Pour cette région comme pour celle de Tchong-tchai et de Che-ngai-tchai, je prierai le lecteur de se reporter à la figure 14 du texte qui, mieux que de longues explications fera comprendre les faits.

Un point intéressant se trouve près de Che-ngai-tchai. Un peu à l'est de ce village, le chemin qui conduit à Pou-la-mi s'engage dans un ravin, véritable couloir entre des parois de calcaire paléozoïque (Permien) ; ce couloir est occupé par les marnes vertes t_V du Trias supérieur formant un paquet effondré au milieu des calcaires paléozoïques, grâce à un brusque coude de la fracture limite de la région du Trias supérieur, de sorte que celui-ci y forme une sorte de golfe étroit, si l'on peut s'exprimer ainsi, pénétrant dans les calcaires paléozoïques, je reviendrai sur ce fait, qui présente une certaine importance au sujet du réseau des failles, en étudiant celles-ci. Les schistes marneux écailleux t_V présentent là le maximum de bouleversement qu'on puisse rencontrer. Déjà fortement plissés, cet effondrement entre les faciès calcaires a achevé d'y mettre une incohérence complète et ils forment véritablement des masses empilées en vrac. L'érosion a naturellement profité du peu de résistance de ces matériaux pour déblayer rapidement entre les failles, de sorte que les contacts sont visibles avec la plus parfaite netteté.

Il me paraît que les descriptions de coupes que je viens de donner sont suffisantes pour faire comprendre au lecteur l'allure générale des terrains triasiques plissés dans la région du Pa-ta-'ho au N. E. d'A-mi-tchéou.

Zone charriée a l'est de Pong-pou et de Tchou-yuen. — Une zone d'un intérêt très grand s'étend à l'est de Pong-pou et de Tchou-yuen. Un contact normal qui débute au sud de la dépression effondrée de Pong-pou se dirige vers le N. E. sur une longueur de 40 km. environ, au sud-est de ce contact qui représente un plan de charriage, s'étend la vaste zone des plis du Trias supérieur dont nous venons d'étudier l'allure ; au nord-ouest ce sont les terrains du Trias moyen appuyé en arrière par le Trias inférieur ; or le Trias moyen, déjà plissé assez vivement lui-même, forme une masse charriée vers le S. E. sur les plis du Trias supérieur [1] (Fig. 89 et 90 atlas) en sorte que le contact anormal dont nous avons indiqué l'existence représente un long plan de charriage.

La coupe fig. 89 (atlas) montre à l'est de Pong-pou une succession de plis débutant par un petit synclinal normal, dont l'axe est occupé par les marnes à *Pseudomonotis illyrica* Bittner ; un peu avant le passage du Pa-tien-'ho par le pont sur le chemin de Pong-pou à Tchong-ko-lo les couches se relèvent et de l'autre côté de la rivière, on trouve les calcaires $t_{,,}$ formant un anticlinal rempli de petits plissements secondaires qui provoquent de fréquents contournements locaux des couches. Puis un peu avant la descente sur la dépression semée de collines à l'O. de Tchong-ko-lo, les couches se recourbent brusquement presque verticalement, puis les grès $t_{,,,}$ et ensuite les marnes roses schisteuses à *Pseudomonotis illyrica* prolongent la série, plongeant de plus en plus verticalement, puis elles reprennent un pendage N. O. presque voisin de la verticale ; au-delà de Tchong-ko-lo reparaissent sous t_1 les grès $t_{,,,}$ et sous ces derniers les calcaires du Trias moyen assez bouleversés, au-delà desquels entre Tchong-ko-lo et Siao-kan-tia reparaissent les grès $t_{,,,}$ plongeant sous les calcaires. L'ensemble dessine ainsi comme le montre la figure 89 en allant du N. O. au S. E. : un synclinal peu accentué, un anticlinal légèrement déversé vers le S. E. auquel correspond un synclinal dissymétrique ; ce synclinal est suivi de l'anticlinal entre Tchong-ko-lo et Siao-kan-tia, fortement déversé vers le sud-est. Un peu avant Siao-kan-tia, on voit la série des terrains du flanc renversé de l'anticlinal s'interrompre brusquement et les couches pourvues d'un pendage N. O. dans ce dernier, reposer sur du Trias supérieur à pendage S. E. ; de sorte qu'il y a discordance tectonique complète entre les grès $t_{,,,}$ du flanc renversé de l'anticlinal et la série des terrains triasiques supérieurs. Cette interruption représente nettement un plan de charriage. Le Trias supérieur forme ensuite à l'O. une série de plis très nombreux, très accusés, dans lesquels les dislocations locales sont interrompues, coupés près de Che-pan-keuou par une cassure verticale ; à l'est et au sud-est de la faille, le Trias supérieur reparaît plissé de la

[1] Il est évident que l'expression « charriée sur » ne rend pas d'une façon certaine l'expression de ce qui a pu se passer ; c'est peut-être la région des plis du Trias supérieur sud-orientale qui a été poussée sous le Trias moyen. Il y a comme disent les géologues anglais et américains « overthrust » ou « underthrust » ; le mouvement véritable étant inappréciable.

même façon, traversé par des plans d'étirement comme celui qui, près de Che-pan-keuou, montre la série des marnes roses t_{VI} et des grès grossiers t_{VII} noriens chevauchant le flanc renversé d'un synclinal débutant par les couches de passage du Ladinien au Carnien. Nous retrouvons ici le système des écailles superposées poussées vers le S. E. La coupe fig. 90 (atlas) est aussi explicite à cet égard. Prise à environ 8 km. au N. E. de la précédente, elle montre d'abord une série complète s'étageant du Trias inférieur t_I, au sud de la plaine de Tchou-yuen, jusqu'aux marnes rouges et jaunes t_I qui occupent une vallée peu profonde. Elles sont plissées en un petit synclinal auquel succède un anticlinal normal de faible envergure dans lequel les calcaires $t_{,,}$ forment l'axe ; puis au S. E. reparaît un nouvel axe synclinal occupé de nouveau par les marnes t_I. Sous ces dernières plongent les grès $t_{,,,}$ puis les calcaires $t_{,,}$ formant ainsi le flanc normal d'un anticlinal complètement renversé ; dans le flanc sud oriental plonge sous les calcaires l'horizon $t_{,,,}$ qui leur est stratigraphiquement supérieur. Ensuite, on trouve une série renversée de Trias supérieur débutant par le terme t_{IV}, sur lequel reposent en *concordance apparente* les grès $t_{,,,}$ du Trias moyen ; il y a, en dépit de ce semblant de concordance dû au parallélisme des couches un étirement supprimant les terrains t_I, t_{II}, t_{III}, et loin de se suivre, les couches du Trias moyen de l'anticlinal couché et celles du Trias supérieur sont séparées par un plan de charriage qui n'est autre chose que le prolongement N. E. de celui que nous avons étudié dans la coupe précédente. Ainsi l'ensemble du Trias moyen forme comme à l'est de Pong-pou une grande nappe reployée, poussée sur le Trias supérieur formant un synclinal disloqué qu'elle chevauche ; ces dislocations sont bien visibles dans la fig. 90 (atlas) ; le Trias supérieur forme un synclinal renversé vers le S. E. dont le flanc normal est décomposé en une série d'écailles poussées l'une sur l'autre : sous ce flanc normal disloqué apparaît à l'O. de Che-mo un anticlinal de Trias moyen dont le terme le plus élevé est formé par les grès $t_{,,,}$ auxquels un étirement considérable superpose l'écaille la plus inférieure $tv\alpha$ du synclinal de Trias supérieur, avec suppression de tous les horizons, de t_I inclus à t_V inclus. Une faille radiale, prolongement N. E. de celle que nous avons vu dans la coupe précédente et qui est en somme la faille de Che-pan-keuou coupe brusquement à l'O. le calcaire $t_{,,}$ du flanc est de l'anticlinal de Che-mo, mettant brutalement en contact ce dernier avec les grès grossiers noriens supérieurs t_{VII}.

Ainsi pour résumer l'analyse précédente nous pouvons dire que la zone de Trias supérieur de la région du Pa-ta-'ho est chevauchée par une vaste zone de Trias moyen plissé.

Vers le S. O. les plis affectant la région triasique sont brusquement interrompus par la grande fracture de Pong-pou.

Zone anticlinale entre Mi-leu et Kwang-si-tchéou [1]. — Entre la zone triasique plissée précédente et la zone également triasique que nous allons étudier ensuite au N. E. de Mi-leu, s'étend une large zone anticlinale, se décomposant elle-même en petits anticlinaux parfois assez tourmentés, parfois au contraire tranquilles, mais les dislocations telles que nous venons d'en voir les exemples multiples dans la région triasique sud-orientale ne se présentent pas. L'orientation générale se fait vers le N. E.

Zone triasique plissée au N. E. de Mi-leu. — Une autre bande de plissements où les actions orogéniques ont puissamment exercé leur action s'observe au N. E. de Mi-leu, entre la bande précédente et la grande masse paléozoïque occidentale. La fig. 92 (atlas) montre une section typique de cette région, menée normalement à la direction des plis.

Au nord-ouest de la bande calcaire qui s'étend entre Mi-leu et Kwang-si-tchéou et que nous venons de décrire succinctement, s'allonge une bande de brachyanticlinaux et de brachysynclinaux à l'est de Ngao-tseu. Je laisse de côté les dislocations radiales qui les affectent et dont je parlerai dans un chapitre spécial.

A mesure que l'on avance vers l'ouest, ces plis se compliquent de plus en plus et se renversent dans des directions opposées N. O. et S. E. comme à l'ouest de Ta-chouéi-tang (fig. 92 atlas), offrant une tendance à se grouper en éventail ; les étirements sont fréquents dans cette région et les calcaires montrent souvent une allure écrasée comme entre Ta-chouéi-tang et Je-chouéi-tang. Une faille verticale limite ces plis près de Je-chouéi-tang.

---

(1) Hors de la carte à l'est de Mi-leu.

Entre Je-chouéi-tang et la bordure de la région paléozoïque occidentale la structure se complique, entre Je-chouéi-tang et le village de Siao-sin-tien la série des terrains apparaît renversée et l'on se trouve en présence d'un synclinal très fortement couché vers le N. O. Le flanc normal de ce synclinal se prolonge vers l'O. en longues ondulations qui semblent témoigner d'une tranquillité locale des couches, mais il n'en est rien, car dans la région de Y-che,on voit sur de grandes longueurs les psammites rouges-bruns et les grès à charbon t_1 de la base du Trias inférieur reposer sur le Trias moyen horizontalement, et quand on examine de près la surface de contact, on s'aperçoit qu'elle est irrégulière, que les couches sont en général en contact anormal, se biseautant mutuellement (fig. 92 atlas). La conclusion qui s'impose est celle d'une superposition anormale du Trias inférieur sur le Trias moyen. En arrière, au N. de Kio-lo-tchao, le Trias inférieur supporte le Trias moyen en série normale. Puis une nouvelle complication s'introduit comme le montre la figure ; tout ce Trias inférieur et moyen s'enfonce avec une inclinaison d'environ 45° sous le Paléozoïque plissé de la région de 'Hoa-keuou et de San-kin-tsouen. Ainsi entre Siao-sin-tien et 'Hoa-keuou la coupe, si on la résume, s'offre ainsi : superposition d'une lame de Trias inférieur et de Trias moyen reposant horizontalement jusqu'à la hauteur d'Y-che sur les calcaires triasiques moyens rabotés ; cette lame que nous appellerons nappe I est chevauchée par la région occidentale paléozoïque, qui forme une deuxième nappe poussée sur celle-ci et qui l'écrase complètement. Il est à remarquer que la lame triasique ne semble pas plissée au premier abord et s'étale plus ou moins horizontalement, tandis que la masse paléozoïque écrasante s'est violemment plissée sur elle-même ainsi que l'indique la partie gauche de la figure.

Si l'on suit maintenant la bande triasique vers le N. E., c'est-à-dire vers Tou-tza, on voit les complications tectoniques rester les mêmes pendant une quinzaine de kilomètres, puis les failles de bordure du massif calcaire dévonien du Hoa-tong-chann, de chaque côté duquel se sont produites d'importantes dénivellations, qui laissent ce massif se dresser comme une sentinelle avancée, masquent la structure des plis profonds ; au-delà vers Tou-tza, la région du Trias inférieur reste très plissée, mais on ne constate plus le chevauchement de la région paléozoïque sur la région triasique ; à la hauteur de Tchao-koua le Trias inférieur repose directement sur les grès permiens qui entrent en contact par faille près de Tchao-koua, avec le Dévonien moyen. Il semble donc que les chevauchements et les charriages de la région de Je-chouéi-tang s'atténuent de plus en plus vers le N. E.

III. — Région paléozoïque occidentale

La région paléozoïque occidentale du Yun-nan oriental forme une immense zone de plis ininterrompus, de direction générale N. E.-S. O., qui s'étend de la région du haut Fleuve Bleu à la zone triasique que nous venons de décrire, et qui la limite au S. E. Cette région large de près de 180 km. offre, dans ses plissements, des manières d'être fort différentes ; mais en tous cas l'intensité des mouvements orogéniques a toujours produit des effets importants. On peut y distinguer, pour la commodité de la description, deux zones qui, en réalité, sont moins distinctes qu'on ne pourrait le croire : 1° une zone en contact avec la zone des terrains triasiques plissés, généralement très disloquée ; et qui en arrière, dans la région située entre Che-mo (ouest de Po-shi), Lou-léang et Tchao-koua, offre une zone d'apparence assez tranquille, formant de grands plateaux karstiques, et grossièrement limitée à l'ouest par la grande faille de Lou-nan ; 2° une région très violemment plissée offrant dans la région du Pa-ta-'ho et des lacs des charriages intéressants, et où les plissements, sont d'une façon générale, très accentués.

1° ZONE DE CONTACT DE LA RÉGION TRIASIQUE PLISSÉE ET DE LA RÉGION PALÉOZOIQUE OCCIDENTALE

Ce contact assez compliqué en général se fait tantôt par faille, tantôt par chevauchement comme nous avons eu l'occasion de le voir incidemment dans la région de Je-chouéi-tang. Pour avoir une vue d'ensemble,

le mieux est de partir de la région de Lin-ngan. — Au nord de Mien-tien, localité située à l'est de Lin-ngan, on observe une série de calcaires paléozoïques qui commence par l'Ouralien à *Fusulina multiseptata* Schellw. et que l'érosion du Permien supérieur a plus ou moins respectée. C'est le seul point du Yun-nan où j'aie trouvé un contact stratigraphique normal entre les terrains paléozoïques et le Trias de la région sud-orientale. Je l'ai déjà décrit en détail dans la stratigraphie (voir page 183). Je donne dans l'atlas (fig. 93) une coupe générale montrant l'allure des terrains entre Lao-yun et Wang-tang et résumant ce qu'on observe à l'ouest du lac de Tsin-chouéi-tang : près de Lao-yun nous voyons le Dévonien inférieur de la région de Ki-tsé-tchong poussé sur le calcaire à *Spirifer Jouberti*, qui est séparé par faille d'un synclinal renversé vers le S. E., comprenant les couches s'étageant de l'horizon à *Cyathophyllum Roemeri* jusqu'en haut du Givétien. Sur ce synclinal dévonien repose en discordance une série de calcaires ouraliens à *F. multiseptata*, puis les puissants poudingues permiens $r_{,,}$ plongeant vers le S. E. ; par dessus ces derniers apparaît une énorme série de labradorites et de tufs formant un pli monoclinal et s'enfonçant à son tour sous le Trias inférieur de Tsin-chouéi-tang non loin de Wang-tang ; ici la série est donc normale ; mais à quelques kilomètres au nord de l'extrémité du lac de Tsin-chouéi-tang le Trias moyen vient buter contre la fracture qui plus au sud, donne naissance au lac et dès lors jusqu'aux environs de Ta-long-tan, c'est une fracture N. N. E. avec dénivellation, qui met en contact la série des andésites et basaltes du Permien supérieur et le Trias moyen calcaire $t_{,,}$. Près de Ta-long-tan une autre fracture N. S. rencontre celle-ci et descend jusqu'au bassin tertiaire de Pou-tchao-pa, à l'est de cette faille on se trouve en présence de l'Ouralien. Il en résulte que le Trias s'enfonce comme un énorme coin (voir la carte) dans la région paléozoïque, coin limité par des fractures entre lesquelles, il est effondré. Un autre lambeau triasique, complètement encadré par des failles se trouve écroulé sur la rive gauche du Pa-ta-'ho entre Siun-kien-sseu et Siao-long-tan.

La Carte géologique montre un autre fait analogue au N. d'A-mi-tchéou où un rameau de la grande faille de Pong-pou vient rencontrer la faille de Siun-kien-sseu à Siao-long-tan, enfermant ainsi une longue bande de terrains paléozoïques entre deux avancées de Trias effondré. Ainsi dans toute cette région, le contact entre la région paléozoïque et la région triasique se fait par une série de failles formant ligne brisée à angles aigus, de sorte que la région triasique et la région paléozoïque s'interpénètrent profondément.

Il en est tout autrement le long de la grande fracture qui partant des environs d'A-mi-tchéou se prolonge au loin vers le N. N. E. par Pong-pou, Tchou-yuen, qui donne ensuite naissance au bassin effondré de Mi-leu. Le contact de la région paléozoïque se fait toujours ici par fracture, la région triasique étant effondrée le long de celle-ci, dans des conditions d'observation remarquablement nettes, avec une forte dénivellation, mais le contact au lieu de se faire en ligne brisée est au contraire rectiligne sur une grande longueur, et comme le démontre avec grande netteté la Carte géologique la ligne de fracture biseaute nettement les axes successifs des plis qui affectent la région triasique.

Dans la région de Mi-leu un autre ordre de phénomènes se produit, la fracture fuit vers le N. E. et à l'ouest de cette ligne de dislocation, on retrouve une région triasique, celle de Ngao-tseu, Ta-chouéi-tang, Je-chouéi-tang ; or,la bordure de la région paléozoïque vivement plissée la chevauche complètement. Nous avons montré en décrivant les plissements de la région triasique comment se fait ce chevauchement ; la région paléozoïque formée d'Ouralien, de Moscovien calcaire et de Dinantien schisto-marneux, joue le rôle de masse écrasante sur la lame de Trias inférieur qui recouvre le Trias moyen, et ceci ne paraît pas extraordinaire, vu la plasticité du Trias inférieur. La bordure de la région paléozoïque est, comme le montre la figure 92 (atlas), fortement reployée sur elle-même et dessine au nord de Hoa-keuou deux plis inverses. Le Dinantien formé de schistes marneux très plastiques a subi des vicissitudes nombreuses ici et on le voit vers l'est se laminer et s'étirer complètement sous la masse des calcaires du Carbonifèrien supérieur. Il paraît évident que la région paléozoïque a subi un mouvement de poussée énergique qui l'a faite avancer sur la région triasique, encore que ce soit l'inverse qui soit possible, mais en tous cas le résultat est identique. Nous verrons dans la suite de la description de la grande région occidentale, de multiples exemples de ces grands chevauchements qu'on ne peut qualifier autrement que de charriages et ici ce n'est en somme qu'un exemple de la structure générale du Yun-nan, plus frappant parce que nous voyons des terrains mésozoïques chevauchés par les terrains paléozoïques, tandis qu'ailleurs nous ne verrons en contact que des terrains primaires, mais l'intensité des mouvements est aussi grande quand, comme dans la région des lacs, on voit le Cambrien inférieur chevaucher l'Ouralien que quand on voit ce dernier superposé à du Trias inférieur.

En poursuivant vers le N. N. E. l'étude du contact des deux régions on voit, comme j'ai eu l'occasion de l'indiquer, le régime de fracture reparaître dans la région du 'Hoa-tong-chann qui forme une haute masse encadrée par des fractures avec dénivellation considérable (fig. 26 atlas) se reliant au N. N E. à la région paléozoïque.

Vers Tou-tza, le contact de la région triasique et de la région paléozoïque occidentale se fait par passage graduel du Permien supérieur au Trias inférieur.

2° ALLURE DES PLISSEMENTS DE LA RÉGION PALÉOZOIQUE OCCIDENTALE DU YUN-NAN ORIENTAL

L'ordre à suivre dans cette description n'apparaît pas clairement. Dans une région où l'on observe des chaînes bien dessinées, dans lesquelles la direction tectonique coïncide avec les directions orographiques, on n'éprouve aucune difficulté ; mais ici où les différentes zones de plis se pénètrent mutuellement on trouve de très grosses difficultés pour introduire des divisions, pourtant nécessaires, pour apporter un peu de clarté ; les grandes coupes générales sont destinées à permettre de jeter une vue d'ensemble résumant les données nécessairement un peu confuses que nous allons exposer.

A) Bande comprise entre la faille de Lou-nan et la région triasique :

La faille de Lou-nan et la région triasique effondrée le long de la faille importante qui s'étend d'A-mi-tchéou au-delà de Tchao-koua délimitent approximativement une bande de dislocations accentuées dans le sud, et au contraire s'atténuant de plus en plus vers le N. N. E.

Dans la partie méridionale, aux environs de Siun-kien-sseu, elle débute par un grand pli anticlinal à retombées presque verticales dans lesquelles le Pa-ta-'ho s'est creusé une gorge très profonde à la sortie du bassin tertiaire de Pou-tchao-pa, ce pli est très accusé, mais sans déversement et la complication ne serait pas très grande si ce n'était les grandes fractures à dénivellation énorme qui font s'interpénétrer, comme je l'ai dit, les terrains triasiques plissés et les terrains paléozoïques ainsi que le fait voir la Carte géologique. De Siao-long-tan aux environs de Siun-kien-sseu, une faille supprime le noyau dévonien de l'anticlinal dont l'axe est à peu près N. S. mais à la hauteur de Siun-kien-sseu, l'axe du pli s'incurve légèrement et prend la direction N. N. E. Une coupe menée de Siun-kien-sseu à la plaine de Pong-pou fait voir ce que représente la fig. 48 (atlas) ; un anticlinal à noyau formé de Dévonien moyen, à retombées normales de part et d'autre duquel reposent les couches du Dévonien supérieur et du Permien supérieur. A l'est, l'anticlinal est coupé par une série de failles parallèles de cet anticlinal et qui abaissent successivement les terrains vers la région triasique. Près de Tsin-chouéi-tang ou de Kwei-tien ces faits sont d'une particulière netteté (fig. 40).

Entre Siun-kien-sseu et La-li-'hé passe une étroite bande synclinale ouralienne qui se prolonge vers le N. N. E. dans le A-yéou-chann ; puis entre La-li-'hé et Si-tche-yi, passe un axe anticlinal dont le noyau est formé par le Dévonien moyen supportant latéralement le Dévonien supérieur ; mais ici les refoulements très puissants compliquent la tectonique et une multitude d'accidents secondaires se superposent au principal. Cet axe anticlinal, à retombées généralement très rapides, se dirige vers le N. N. E.

Si l'on suit vers cette même direction N. N. E., les plis que nous venons de décrire, on voit la rapidité de pendage des retombées anticlinales diminuer peu à peu, de telle façon qu'à la hauteur de Po-shi les plis se fondent lentement dans un grand plateau de calcaire dévonien carbonifère et permien où les couches sont non pas tout à fait horizontales, mais offrent une courbure à rayon très faible. Il semblerait, si l'on se bornait à l'étude d'un point semblable, que la région est peu plissée ; mais, cette illusion disparaît aussitôt que l'on se reporte aux bordures de cette région ; d'une part au voisinage de la faille de Lou-nan, de l'autre

près de la bordure de la région triasique aux environs de Mi-leu. Dans le second cas, on voit comme je l'ai décrit précédemment et montré dans les coupes fig. 92 (atlas) les couches de cette grande région calcaire se replier brusquement sur elles-mêmes en formant des plis compliqués et le Trias inférieur et moyen s'enfoncer sous elle avec un pendage assez faible ; on a l'impression, que les faits affirment, que l'ensemble de la région calcaire formant plateau a été poussé en bloc sur la région triasique, en se ridant sur le front de charriage en plis à axes parallèles et naturellement normaux au sens du cheminement. A l'ouest de même, la tranquillité des couches calcaires du Dévonien moyen et supérieur de l'Ouralien transgressif sur lui et du Permien inférieur et moyen, si bien marquée dans la région de Mo-pe-tchong, Sié-si-fé, Che-mo, cesse brusquement : un long pli fortement déversé vers l'est-sud-est se couche contre cette zone tranquille ; on le suit sur une grande longueur, depuis les environs de Si-tché-yi jusqu'à l'ouest de Ta-pong-pou ; le meilleur point d'observation est la route muletière de Po-shi à Wéi-téou-chann où on recoupe ce pli dans les conditions indiquées par les figures 50 et 95 (atlas) ; l'axe de ce long pli est coupé parallèlement à son allongement par la faille de Lou-nan, de sorte qu'à l'est,il chevauche la zone tranquille de Che-mo et de Mo-chien-tsin, tandis qu'à l'O. la faille l'interrompt brusquement en donnant naissance à une dénivellation très forte. La carte géologique, montre bien l'allure de ce long plissement et la façon dont les différentes bandes de terrain qui s'étagent de l'Ouralien au Permien tout à fait supérieur (basaltes) viennent disparaître contre la faille de Lou-nan.

Ainsi, entre Po-shi et Mi-leu la zone des plateaux de Mo-chien-tsin est limitée à l'est et à l'ouest par deux bandes de dislocations intenses, contrastant très vivement avec l'aspect quasi horizontal des strates. L'analyse des plis permet de reconstituer ainsi que le montre fig.95 (atlas) le mécanisme schématique de la formation de cette structure. La région des plateaux est poussée sur la région triasique orientale, et sur elle-même est poussée la zone orientale, les plissements atteignant une intensité considérable sur la bordure de chacune de ces grandes écailles. Nous allons voir ce type de structure se répéter.

La zone tranquille se poursuit largement au nord de Che-mo et de Mo-chien-tsin ; j'ai déjà montré (fig. 51 atlas) l'allure des couches dévoniennes (Dévonien moyen et supérieur) et du Permien (calcaires à Doliolines, poudingues, grès rouges et basaltes) ; un accident tectonique, mais qui n'est pas de l'ordre des plissements, se montre sous forme de la grande faille, dite de Lan-nin-tsin qui, presque parallèlement à l'axe des plis subdivise la région que nous étudions en deux zones parallèles ayant joué dans le sens vertical l'une par rapport à l'autre ; la dénivellation occasionnée provoque la prépondérance des affleurements permiens à l'ouest, tandis que dans la bande orientale ce sont les formations dévoniennes qui affleurent surtout.

Prenons une nouvelle section parallèle à celle de Wéi-téou-chann à 'Hoa-keuou, à la hauteur de Ta-me-ti, en partant à l'ouest de la faille de Lou-nan. On traverse d'abord une région de plateaux très faiblement ondulée sur une largeur de 10 km. environ, formée en majeure partie par les grès rouges de Lou-nan (Permien supérieur reposant sur les poudingues r_1, normalement superposés eux-mêmes aux calcaires à *Doliolines* du Permien moyen, ou au Dévonien même, en cas d'ablation des calcaires permiens par l'érosion postérieure à leur dépôt et antérieure à celui des grès rouges (phase épéirogénique du Permien supérieur). Près de Ie-ma-tchai, ces couches dessinent un vaste synclinal à rayon très faible ; près de Mao-chouéi-tong, les couches faiblement relevées butent par l'intermédiaire de la faille de Lan-nin-tsin contre le Dévonien moyen. Dans toute la région située entre Ta-me-ti et Mao-chouéi-tong, le Dévonien moyen offre l'allure que nous avons déjà décrite entre Mo-chien-tsin et Che-mo plus au sud ; géographiquement à peine incliné vers le N.-O., de quelques degrés seulement il forme un vaste plateau percé de gouffres, monotone, sans saillies appréciables ; à l'est nous trouvons le Dévonien supérieur, prolongement de la bande de Mo-chien-tsin formant une zone de pitons et de dolines ; les conditions restent donc les mêmes qu'au sud. Le Dévonien supérieur forme une bande horizontale jusqu'à la hauteur de Ta-me-ti ; mais à l'est de ce village, ces terrains presque horizontaux passent tout à coup, sans transitions, à une bande de terrains excessivement plissés (V. fig. 26 atlas). La coupe figurée est suffisamment explicite par elle-même pour me dispenser de longues explications ; il y a évidemment dans cette région superposition de mouvements orogéniques et épéirogéniques importants d'âge différent ; la suppression complète par endroits de séries énormes, suppression permettant au grès du Permien supérieur de reposer directement sur le Dévonien supérieur, tandis qu'à proximité ces mêmes étages existent, témoignant d'un puissant mouvement du Permien supérieur, mais les efforts orogéniques himalayens

ont repris l'ensemble de telle façon qu'il est absolument impossible de retracer les orientations primitives antérieures aux directrices himalayennes ; rien ne prouve du reste qu'elles aient été différentes de celles-ci et tout milite au contraire en faveur d'une hypothèse admettant qu'il y a superposition exacte des mouvements d'âge différent. La coupe fig. 26 (atlas) est très instructive ; outre cette série de plis parallèles très accusés, plus ou moins déversés, elle nous montre de nouveau des phénomènes de charriage importants vers la bordure de la région paléozoïque. Si l'on consulte, en effet, la carte géologique au 1 : 200.000, on voit s'intercaler entre la faille qui borde à l'ouest le Hoa-tong-chann et un plan de charriage, une série de schistes marnogréseux du Dévonien inférieur, et peut-être du Cambrien, apparaissant à travers une large fenêtre d'érosion ; ce complexe apparaît comme une masse de couches complètement contournées, écrasées, comprimées, où les pendages offrent la plus grande incohérence, variant complètement d'orientation sur quelques mètres ; l'ensemble de cette série s'enfonce à l'ouest sous les couches dévoniennes moyennes nullement déformées supportant le Dévonien supérieur et offrant une régularité de pente remarquable ; pour qui, par exemple, vient de Sin-tchai à Ho-i, ceci est très évident : on descend lentement dans le Dévonien supérieur d'abord, dans le Dévonien moyen ensuite, une pente contraire aux pendages et permettant de vérifier dans cette section la tranquillité de ces calcaires à pendage régulier et on aurait l'impression que cette région est des moins bouleversées, si près de Ho-i on n'abordait brusquement la bande cambrio-dévonienne inférieure disloquée. On a dès lors l'impression que toute la région à l'ouest du pli-faille a été poussée en bloc sur le Dévonien inférieur et le Cambrien en les écrasant, et le mécanisme de ce mouvement se conçoit immédiatement, si l'on considère que le Dévonien moyen et supérieur sont en grande partie formés d'énormes masses calcaires, auxquelles succèdent l'Ouralien et le Permien non moins épais et calcaires presque jusqu'en haut de la série. Il en résulte que le Dévonien inférieur et le Cambrien étant au contraire formés de terrains plutôt d'une grande plasticité, ces deux séries lithologiques superposées ne se sont pas plissées de la même façon ; la série calcaire s'est décollée et a glissé en bloc sur le substratum gréso-marneux en l'écrasant ; ces mouvements à rapporter à la phase himalayenne se sont du reste superposés à des mouvements permiens précédés eux-mêmes par la phase moscovienne.

Ainsi la coupe de Ta-me-ti au Hoa-tong-chann nous montre une zone vivement plissée, succédant aux plateaux tranquilles d'entre la faille de Lou-nan et Ta-me-ti et poussée à l'est avec charriage sur le Dévonien moyen et le Cambrien de Ho-i.

En suivant vers le N.-N.-E. la bande cambro-dévonienne inférieure, on la voit se prolonger avec les mêmes caractères d'écrasement vers Mo-tou-tsin ; dans la montée de Ho-i à Mo-tou-tsin notamment on observe avec la plus grande netteté les phénomènes de compression intense auxquels elle a été soumise ; au delà de Mo-tou-tsin, vers le nord, le faciès d'écrasement s'atténue lentement ; à une dizaine de kilomètres à peu près, il a totalement disparu et le Dévonien inférieur présente un faciès absolument normal à la hauteur de la route de Tchao-koua à Yi-léang ; ce n'est donc que plus au sud que la poussée a été suffisante pour faire chevaucher le Dévonien calcaire en le faisant glisser par décollement sur les terrains inférieurs, tandis qu'au nord tout est resté tranquille.

La coupe de Tou-tza à la faille de Lou-nan par Tchao-koua et Tien-sen-kouang montre une atténuation complète des dislocations méridionales, et les grands mouvements tectoniques disparaissent. J'ai décrit déjà dans la Stratigraphie une série de coupes (fig. 27,28, atlas) très typiques à cet égard ; mais si cette région offre des plissements himalayens très peu accentués, en revanche elle nous montre des accidents permiens très nets, où le grès rouge du Permien supérieur repose en discordance marquée sur les plis décapités du Dévonien (entre Tchao-koua et Pa-mao-tseu, voir coupe fig. 53 atlas) ou du Permien inférieur (voir coupe des environs de Tien-sen-kouang, fig. 33 atlas).

Entre la région de Tchao-koua et Pa-mao-tseu les seuls accidents importants relativement récents se réduisent à de grands failles radiales ; Tchao-koua même se trouve situé dans une région de Dévonien moyen recouverte en discordance par les grès rouges $r_{,,,}$ du Permien supérieur et formant une bande écroulée entre deux fractures rapprochées, fractures qui représentent les deux rameaux parallèles prolongeant au N.-N.-E. la grande faille d'A-mi-tchéou à Mi-leu, qui sépare la région triasique de la région paléozoique, la bifurcation se produisant à l'extrémité sud du Hoa-tong-chann. A l'est du rameau occidental, qui passe à 600 mètres à peine des dernières maisons de Tchao-koua, on traverse jusqu'à Pa-mao-tseu une série de collines aux formes adoucies séparées par des vallonnements larges et peu profonds formés par le Dévonien moyen et inférieur qui constitue jusqu'à Pa-mao-tseu un anticlinal et un synclinal à très

faible courbure, compliqués de petites ondulations secondaires ; la figure 27 de l'atlas rend compte de cette structure simple qui se poursuit à l'ouest dans la région de Ta-hi-ti et vers Tien-sen-kouang.

Un peu à l'est de Tien-sen-kouang la série dévonienne est brusquement interrompue par le prolongement N. N. E. de l'importante faille de Lan-nin-tsin ; entre elle et la faille de Lou-nan, nous retrouvons le prolongement N. N. E. des formations permiennes que nous avons vu constituer une région d'allure très simple, à peine ondulée, aux environs de Ie-ma-tchai ; mais ici les plis s'accusent davantage ; la coupe que l'on peut relever de la faille de Lan-nin-tsin à Ho-mo-tchan par Tien-sen-kouang présente un intérêt remarquable en ce sens *qu'elle offre les traces nettes de trois mouvements orogéniques d'âge différent* (se reporter à la figure 33 atlas) : en effet, comme l'indique la coupe fig. 47 (atlas) un anticlinal à faible rayon se présente entre Ho-mo-tchan et Tien-sen-kouang, anticlinal dont l'axe est occupé par le Dinantien fossilifère. Dans la retombée orientale de cet anticlinal on voit (fig. 33 atlas) les couches dinantiennes biseautées par l'Ouralien à *Schwagerina princeps*; nous constatons ici le résultat des mouvements orogéniques moscoviens et la suppression de toute la série des terrains depuis la base du Moscovien jusqu'au milieu de l'Ouralien ; ce dernier étage supporte l'Artinskien de Tien-sen-kouang et le tout est plissé en synclinal ; or, sur ce synclinal s'étendent trangressivement à l'est du village, en biseautant nettement les couches calcaires artinskiennes, les grès rouges permiens $r_{,,,}$; nous vérifions donc l'existence d'un second mouvement orogénique appartenant au Permien supérieur, ayant provoqué l'ablation par érosion des calcaires permiens moyens en ce point : enfin, nous avons la preuve d'un troisième mouvement important ayant vivement plissé les grès et marnes permiens, ainsi les notions que nous avons posées au début de cette partie de notre Mémoire, au sujet de la succession dans le temps géologiques de mouvements orogéniques à des époques différents trouve en ce point une démonstration appuyée sur des faits incontestables.

Au N. du Si-chann-ta-'ho les plis précédents s'atténuent de nouveau et à l'est de la faille de Lou-nan, qui se prolonge jusqu'à la hauteur de Ma-long-tchéou, on n'observe plus guère que le Permien, divisé en deux régions par le prolongement N. N. E. de la fracture de Lan-nin-tsin à l'ouest de laquelle affleurent surtout les calcaires artinskiens dans lesquels le Si-chann-ta-'ho a creusé son profond canyon-cluse au nord d'Ho-mo-tchan, tandis qu'à l'est, la majeure partie des affleurements est formée par les grès rouges et les marnes $r_{,,,}$ du Permien supérieur, largement développés autour de Lou-léang, mais médiocrement ondulés.

Je n'ai pas poursuivi plus loin l'étude de cette région et j'ai abandonné les fractures de Lou-nan et de Lan-nin-tsin sans savoir ce qu'elles deviennent au N. N. E.

Si nous cherchons maintenant à résumer brièvement l'allure générale de cette bande de plis nous pourrons le faire comme suit : complètement encadrée par des failles très importantes elle offre dans sa partie méridionale entre A-mi-tchéou et Si-tché-yi des plis très accusés d'orientation N. N. E. ; entre Mi-leu et Po-shi, ces plis s'atténuent et disparaissent presque complètement, la région ne présentant plus que de faibles ondulations. Ces conditions se prolongent au N. N. E. dans la région de Lou-nan, puis entre Tchao-koua et la faille de Lou-nan des plissements réguliers à faible courbure se dessinent, aux axes orientés également N. N. E ; qui restent peu accentués au delà de Lou-léang. A l'est elle est bordée par une zone de plis accusant des efforts énergiques et offre des phénomènes de charriage à partir des environs de Mi-leu.

B). — Zone plissée entre la faille de Lou-nan et la zone de fracture des lacs.

Cette bande offre des dislocations très considérables. Elle jalonne à peu près la bordure de la région émergée à l'est pendant les mouvements moscoviens et permiens supérieurs et pendant chacune de ces périodes de plissement, elle a fortement rejoué, d'où superposition de dislocations, de sorte que l'ensemble est arrivé à un degré de complication des plus grands ; la description sera nécessairement un peu confuse car ici encore, il n'existe aucune chaîne bien délimitée et les accidents tectoniques se fondent insensiblement les uns dans les autres.

α. **Région entre Lin-ngan et Tong-'hai** : A l'est de Lin-ngan passe un chaînon séparant le bassin lacustre de Mien-tien de celui de Lin-ngan, et à travers lequel le Lin-ngan-'ho s'est percé un passage souterrain transversal au pli (fig. 6 atlas). Ce chaînon correspond exactement à un anticlinal à retombées

rapides au N. N. O. et au S. S. E. ; il est enveloppé de part et d'autre par les terrains lacustres et fluvio-lacustres du Pliocène supérieur et du Quaternaire ; c'est un bombement de calcaires compacts ou légèrement marneux du Dévonien moyen ; ce même Dévonien reparaît au N. O. du bassin de Lin-ngan, le long de la chaîne montagneuse qui le borde, en se montrant dans des points où l'érosion a déblayé les formations quaternaires (loess ou alluvions) qui le recouvrent. Cette bande dévonienne largement plissée en anticlinaux et synclinaux à retombées verticales ou voisines de cette direction et ainsi partiellement masquées par les formations pliopleistocènes est coupée à l'ouest du bassin de Mien-tien par la prolongation de la grande faille de Lou-nan. De ce côté, la structure est donc relativement simple ; mais au N. E., il n'en est plus de même et entre Nan-tchouan et Leng-chouei-keuou passe un contact anormal qui fait chevaucher le Dévonien inférieur marneux accompagné de Cambrien gréso-marneux sur le Dévonien inférieur du bassin de Lin-ngan.

Lame charriée cambrienne. — La coupe fig. 168 (atlas) montre ainsi une lame de terrains écrasés poussée sur le Dévonien moyen ; en arrière sur cette bande cambro-dévonienne inférieure est poussée l'épaisse masse des grès inférieurs cambriens ; l'état de dislocation du complexe cambro-dévonien inférieur est remarquable ; les schistes marneux et les bancs gréseux sont laminés et contournés en tous sens, hachés de plans d'interruption faisant buter des directions quelconques entre elles ; nous retrouvons complètement ce que nous avons déjà observé dans le complexe cambrio-dévonien inférieur écrasé de la région de Ho-i et de Mo-tou-tsin ; cette allure s'observe très bien dans la montée qui élève rapidement la piste muletière au N. de Nan-tchouang et d'autant mieux que le terrain est complètement dénudé, sans trace de terre végétale et très accidenté. La masse des grès du Cambrien inférieur poussée sur le complexe gréso-marneux qui stratigraphiquement lui est supérieur est relativement peu plissée et paraît poussée en bloc sur ce dernier. La masse cambro-dévonienne inférieure forme donc nettement une lame poussée sur le Dévonien moyen régulièrement plissé et écrasée par les grès s_1 ; la coupe fig. 168 (atlas), est explicite à cet égard. Il y a probablement ici superposition de deux mouvements orogéniques différents, d'une part les plissements du Dévonien déjà esquissés pendant le Moscovien et le Permien, de l'autre les mouvements orogéniques himalayens qui ont provoqué les phénomènes de charriage.

Écaille de charriage entre Leng-chouéi-keuou et Tong-'hai. — En arrière de cette lame charriée toute une série d'autres écailles plissées formées de Moscovien et dont les plissements sont généralement déversés vers le S. E. s'échelonnent entre Leng-chouéi-keuou et Tong-'hai. Un peu au N. E. de Leng-chouéi-keuou passe un premier contact anormal faisant reposer le Moscovien calcaire, $h,^a$ sur les grès cambriens s_1 dans les conditions représentées par la figure précitée ; ces calcaires sont très fortement plissés et forment dans leur ensemble un pli couché synclinal sur le flanc renversé duquel reposent les grès h, dont l'épaisse masse forme dans la série stratigraphique la base du Moscovien ; en arrière, entre la barre formée par l'affleurement calcaire et la dépression de Kouan-in comblée par les dépôts pliopléistocènes s'étendent largement les grès h, très fortement plissés en multiples ondulations, généralement assez étroites, déversées ou non ; en faisant abstraction des nombreux plis secondaires, l'ensemble constitue un vaste pli déversé vers le S. E. formant une nappe charriée sur les grès cambriens de Leng-chouéi-keuou, avec suppression complète de tous les terrains entre le Moscovien inférieur et le Cambrien inférieur; au contact même des grès cambriens, il y a même suppression des grès inférieurs moscoviens h, et contact direct des calcaires $h,^a$ avec le Cambrien. — Les grès rouges moscoviens inférieurs plissés passent sous la masse pliopléistocène de la dépression de Kouan-in, puis sur le flanc sud de la chaîne qui la borde un autre plan de charriage montre une nouvelle écaille poussée sur la précédente. Elle est formée également de Moscovien très plissé ainsi que le montre la figure 168 (atlas) ; l'horizon $h,^a$ reposant en discordance tectonique complète sur les tranches relevées de $h,$.

Entre Héou-kia-tsin et Tchong-ho-pou passe un nouveau contact anormal, mais peu important ; en arrière toute la région montagneuse qui porte le nom de Hoang-tong-chann se montre plissée fortement, les calcaires $h,^a$ formant des synclinaux étroits aux flancs pourvus d'un pendage très rapide, pincés entre des anticlinaux de grès moscovien inférieur $h,$. Entre Cha-pa-keuou et Kouan-pin-tien les pendages deviennent complètement verticaux. A Kouan-pin-tien passe une faille radiale, prolongement de la zone de fracture des lacs, mettant en contact l'Ouralien inférieur à *Fusulina brevicula* pourvu d'un pendage sud-sud-est, avec les grès rouges verticaux.

Ainsi, en dehors des plissements proprement dits qui les affectent, les terrains situés entre la faille de Lou-nan et l'extrémité de la zone de fracture des grands lacs, c'est-à-dire entre Lin-ngan, et les environs de Tong-'hai, offrent des phénomènes de charriages très accusés ; toute cette région est formée en somme d'écailles se chevauchant successivement, le bord sud-oriental de chacune d'entre elle avançant sur celle qui lui fait suite au sud-est ; mais chacune de ces écailles est elle-même un ensemble de plis souvent assez compliqués. Les étirements amenant la suppression de séries énormes d'étages sont la règle sur le front de chaque écaille.

Les axes des plissements sont orientés N. E., S. O. dans la région de Lin-ngan, mais vers Tong-'hai, ils montrent souvent une direction O. S. O. et même des tendances locales à passer complètement à l'ouest. Au contraire, quand on s'éloigne vers l'est, vers le Tié-tchen-'ho (branche nord-sud du Pa-ta-'ho) la direction générale est N. N. E. Il y a donc au Yunnan une virgation de certains plis ; nous montrerons que cette virgation se complète dans la région occidentale par un redressement vers le N. O.

β. **Région du Tong-chann-long-tsiuen :** Si nous poursuivons vers le N. N. E. l'étude de la zone de dislocations précédentes, nous la voyons, dans les montagnes du Tong-chann-long-tsiuen, entre la faille de Lou-nan et Tong-'hai offrir des caractères tout à fait semblables. La bande de Dévonien moyen que nous avons vu former le substratum du bassin de Lin-ngan se poursuit le long de la faille de Lou-nan qui la met en contact avec l'Ouralien à *Fusulina multisceptata* du synclinal du lac de Tsin-chouéi-tang (fig. 43 atlas). La bande dévonienne est ici très disloquée ; il suffit de se reporter à la fig. 93 (atlas) pours'en rendre compte aussitôt ; au N. de Wou-lou-si-chou, entre ce village et Lao-yun, on trouve le Dévonien moyen plissé et recouvert en transgression discordante par l'Ouralien ; ce point nous montre encore ici les traces du mouvement orogénique moscovien ; le Dévonien moyen est plissé en un synclinal assez contourné dans lequel apparaissent les termes d_4-$_4a$-$_4b$ (Givétien) formant l'axe du synclinal, et reposant sur l'horizon calcaréo-marneux à *Nucleospira takwanensis* d_3b, lui-même succédant aux couches à *Calcéoles* d_3a ; or le flanc nord-ouest de ce synclinal est renversé vers le S. E. et le terme d_3a (Eifélien) est séparé par la faille de Lou-nan du Dévonien inférieur à *Spirifer Jouberti* qui forme une suite de collines très arrondies (d'une altitude moyenne de 1960 m) ; en arrière encore, un peu avant Lao-yun le Dévonien inférieur gréso-marneux d_1 accompagné de Cambrien gréso-marneux apparaît poussé sur le Dévonien d_2b. Nous y retrouvons les mêmes conditions que dans la bande d'entre Nan-tchouang et Leng-chouéi-keuou dont elle n'est du reste qu'un prolongement : ce sont les mêmes contournements extraordinaires, le même écrasement ; entre Lao-yun et Ki-tse-tchong de profonds ravins permettent d'étudier nettement la manière d'être de cette formation et on reconnaît qu'elle est formée d'une série d'écailles empilées, dans lesquelles l'écrasement et le plissottement à l'excès des schistes marneux et des bancs gréso-marneux intercalés est la règle ; la fig. 9 (atlas) montre l'allure de ces écailles toutes couchées vers le S. E. ou le S. S. E. La coupe est prise entièrement à l'ouest de la grande faille de Lou-nan. — L'allure des terrains y est indiquée avec détail et n'a pu être figurée sur la carte. On suit la bande cambro-dévonienne avec les mêmes caractères dans la région de Mo-kou ; à trois kilomètres à l'est de ce village elle est interrompue par la faille de Lou-nan. Sa largeur est considérable.

Un peu au N. de Ki-tse-tchong, elle s'enfonce sous un massif calcaire formant couverture. Ce calcaire peu épais, très bréchoïde, appartient au Cambrien ; il offre aussi des traces de dynamométamorphisme intense et forme une écaille superposée au Cambrien argilo-gréseux et au Dévonien inférieur qui l'accompagne alors que stratigraphiquement, il lui est inférieur.

Ainsi, de la bordure nord du bassin de Lin-ngan jusque dans la région de Mo-kou, c'est-à-dire sur une longueur de plus de 40 km. se poursuit cette lame de Cambro-Dévonien inférieur chevauchant le Dévonien moyen (lui-même décomposé en écailles superposées dans les environs de Lao-yun) vraiment remarquable par l'intensité du laminage, de l'écrasement, de l'incohérence des pendages, épaisse en certains points de plus de 1.000 mètres et formée dans la région de Ki-tse-tchong d'une masse d'écailles de toutes longueurs et de toutes épaisseurs, dans lesquelles tous les niveaux sont mis en vrac ; c'est peut-être une des régions qui démontrent le plus clairement que les écailles empilées peuvent être tout autre chose que des plis exagérés, rompus à leur charnière et charriés ensuite, mais qu'elles peuvent être des décollements d'énormes surfaces poussées les unes sur les autres ; et le Yun-nan oriental surtout offre à un degré considérable

ce genre de structure, puisque sur presque toute sa largeur, il se montre formé d'écailles énormes dont certaines constituent parfois un pays tout entier et sont elles-mêmes composées de plis complexes.

Au N. O. la bande cambro-dévonienne inférieure est limitée comme dans la région de Leng-chouéi-keuou par un contact anormal qui est le prolongement de celui que nous avons observé un peu au N. de ce village ; mais ici au lieu que ce soit le Moscovien qui surmonte anormalement le complexe cambrien et dévonien inférieur, le Dévonien moyen vient s'y intercaler et la situation se complique du fait que l'Ouralien vient surmonter en transgression le Dévonien moyen.

En arrière dans le Kan-yun-chann, nous retrouvons la prolongation des bandes de terrain moscovien recoupées entre Kouan-in et Tong-'hai et ici encore, elles forment une série d'énormes écailles plissés se chevauchant vers le S. E. D'une façon générale dans cette nouvelle section que nous venons de décrire la structure reste la même.

7 **Plissements dans la région de Po-shi et entre Po-shi et le lac de Tch'eng-kiang** : Les plissements tout en restant extrêmement accusés au sud de Po-shi n'offrent plus les mêmes phénomènes de recouvrement aussi intenses qu'au S. S. O. et à la hauteur de Ta-ka-la les couches du complexe cambrien dévonien inférieur se redressent. et tout en restant écrasées et dans un état de dislocation complet ne chevauchent plus le Dévonien moyen de la même façon ; le charriage s'accuse ainsi à mesure que l'on progresse dans le S. S. O.

Dans la région de Ta-ka-la le Dévonien inférieur et le Cambrien sont plissés en étroits isoclinaux verticaux écrasés et l'on se rend très bien compte comment au S. S. O. vers Mo-kou et Ki-tse-tchong ces isoclinaux se renversent vers l'O. S. O. et la poussée augmentant se sont disloqués en écailles qui se chevauchent.

Entre Ta-ka-la et 'He-mo une bande de calcaire givétien à *Stringocéphales* apparaît dans l'axe d'un synclinal étroit fortement pincé dans le Dévonien inférieur ; dans le Houo-chann (région très montagneuse comprise dans l'angle du confluent du Kiou-kiang (ou Po-shi-kiang) et du Tié-tchen-'ho), à la hauteur de 'He-mo et de Je-chouéi-tang, on observe la coupe suivante : le Dévonien moyen forme à la hauteur de la station de Je-chouéi-tang dans la vallée du Tié-tchen-'ho un synclinal qui bute à l'est contre la faille de Lou-nan et qui à l'ouest se relève en anticlinal dont l'axe est occupé par du Dévonien inférieur ; un nouveau synclinal de Dévonien moyen et de Dévonien inférieur sous jacent s'étend à l'ouest et sous le village de 'He-mo qui se trouve sur son flanc occidental ; une faille parallèle aux plis coupe brusquement cette série dans la montée derrière 'He-mo à l'ouest et le Cambrien argilo-gréseux plissé fortement bute en discordance tectonique contre le Dévonien inférieur d_1. Je renverrai pour ces faits à la coupe fig. 8 (atlas). Cette même coupe prolongée à l'O. montre le Cambrien formant, entre la faille de 'He-mo et le Po-shi-kiang, une bande fortement plissée sur elle-même et contre laquelle un contact anormal pousse le Dévonien moyen très plissé également. Toute cette région porte les traces de refoulements intenses ; lorsqu'on entre dans l'étude minutieuse des plis, on voit les assises se laminer complètement par endroits pour reparaître un peu plus loin ; de multiples exemples de ce genre s'observent entre Je-chouéi-tang et la plaine de Po-shi où les laminages atteignent une puissance énorme ; de beaux exemples s'observent dans la vallée même du Tié-tchen-'ho aux flancs rapides et dénudés ; un des plus intéressants consiste dans la disparition par étirement du Dévonien inférieur entre deux parois de Dévonien moyen, dans les conditions présentées par la figure 24 (atlas), sans qu'il reste la moindre trace des schistes et grès de cet étage ; cet exemple se voit nettement sur la rive droite du Tié-tchen-'ho, au grand coude après la sortie de la plaine de Po-shi ; en d'autres points on trouve certains niveaux réduits *à des lentille*s s'amincissant et disparaissant de part et d'autres dans les plans d'étirement ; partout, dans les hautes bosses arrondies qui forment l'angle du confluent du Tié-tchen-'ho et du Kiou-kiang, les contournements des couches sont fantastiques.

Superposition de plissements d'âge différent dans la région de Po-shi. — Entre Si-eul et Po-shi toute une série de bandes dévoniennes plissées traversent en écharpe la vallée nord-sud du Tié-tchen-'ho ; au N. N. E. elles viennent se terminer en biseau contre la faille de Lou-nan qui fait buter successivement les divers horizons dévoniens avec le Permien supérieur ou moyen ; donc dénivellation énorme.

A l'ouest de Po-shi ces bandes dévoniennes viennent successivement s'enfouir sous la masse des

hautes chaînes calcaires qui surplombent la vallée de Po-shi et forment les montagnes du Tien-ma-chann et du Wang-song-chann, et dans lesquelles la série stratigraphique débute par l'Ouralien supérieur qui repose transgressivement sur le Dévonien déjà plissé lors des efforts orogéniques moscoviens, avec suppression du Moscovien et de l'Ouralien inférieur (horizons h_3 et h_4).

Les trois figures 97 A, B et C de l'atlas montrent parfaitement cette structure. Les plis très accusés dans lesquels affleurent surtout les horizons dévoniens viennent tour à tour, à l'ouest de Po-shi disparaître sous l'Ouralien discordant. A l'appui de cette manière de voir, je vais décrire trois coupes parallèles à travers le Tien-ma-chann et le Wang-song-chann.

Coupe A. — La première coupe, légèrement oblique à la direction des plis N. N. E. est orientée O. E. Je l'ai fait passer par la vallée du Kiou-kiang ou Po-shi-kiang très peu en amont de son confluent avec le Tié-tchen-'ho, par la partie culminante du Tien-ma-chann un peu au sud du chemin de Po-shi à Ninh-tchéou, et par Ninh-tchéou. La coupe débute par un anticlinal aux flancs rapides dont le noyau est occupé par la partie tout à fait supérieur du Dévonien inférieur ; cet anticlinal est occupé par une vallée combe installée dans la voûte de l'anticlinal ; le flanc oriental est occupé par une série normale de Dévonien moyen s'étageant des couches à Calcéoles jusqu'en haut du calcaire à *Stringocéphales*, les horizons les plus résistants à l'érosion forment des barres parallèles très aiguës, séparées par d'étroites combes parallèles comme le démontre la fig. 97 A (atlas); l'érosion a donné en général comme pente naturelle le pendage même des calcaires dévoniens. Au contraire à l'ouest sur les tranches dévoniennes pourvues d'un pendage faisant un angle de 30° avec la verticale, reposent en discordance complète les calcaires ouraliens, de telle façon que sans qu'aucune discordance tectonique ne puisse être invoquée et les calcaires ouraliens débutant par un poudingue, ces derniers forment avec les couches dévoniennes qu'ils biseautent un angle de 20° au moins. L'Ouralien complètement calcaire, formé des horizons h_5 à $h_9 a$ et supportant les calcaires permiens inférieurs et moyens est très plissé en un synclinal complexe, synclinorium à plis secondaires offrant à l'est un anticlinal très accusé. Ce synclinal est brusquement interrompu à l'ouest par une faille radiale qui se place exactement dans son axe ; à l'ouest de cette faille la série stratigraphique change complètement et c'est le Moscovien qui affleure sur une largeur énorme ; la dénivellation occasionnée par la faille est donc assez considérable puisqu'elle met en contact les calcaires artinskiens et les grès supérieurs h,b moscoviens ; le contact de la faille est des plus nets, notamment dans la montée de Ninh-tchéou au col qui surplombe la plaine de Po-shi (Chouéi-tin-tchao 2270 m) ; au-dessous de Chouéi-tin-tchao le sentier muletier longe dans les grès moscoviens h,b un ravin profond dans lequel passe la faille, ravin installé au contact des calcaires permiens et des grès et qui a mis à découvert ce contact de façon à permettre une très facile étude de la faille ; le ravin est surplombé par les à-pics et les sommets en forme de capuchons ouraliens et permiens d'un aspect très imposant ; les calcaires presque verticaux offrent des miroirs de friction très nets ; du côté ouest les grès h,b plongent verticalement aussi comme l'indique la figure et un banc de labradorite intercalée dans les grès du Moscovien h,b vient par endroits se plaquer contre les calcaires et offre dans la faille de beaux miroirs striés. En s'éloignant de la faille de Chouéi-tin-tchao, on voit les grès rougeâtres très micacés h,b reprendre tout à coup une direction presque horizontale, ce qui leur donne l'allure d'un pli coudé à angle droit, formant un monoclinal parfait.

A la hauteur de Sao-ki-tchai, les grès h,b se relèvent très légèrement vers l'O. N. O. ; puis à la descente sur la plaine de Po-shi, on recoupe une série normale ; les calcaires moscoviens à *Fusulinelles* $h,^a$ plongeant sous les grès h, b. La petite plaine de Ninh-tchéou est comprise entre deux petites failles d'effondrement qui ont amené comme le montre la figure A, l'abaissement d'une voûte anticlinal moscovienne entre les deux failles (1).

A l'ouest de Ninh-tchéou, le Moscovien forme un grand mouvement anticlinal N. N. E. interrompu à l'ouest par la zone de fracture du lac de Tong-'hai qui appartient à la grande zone de fracture des lacs orientaux. Ainsi cette coupe montre avec une grande évidence la superposition de mouvements d'âges différents ; l'Ouralien reposant en transgression ascendante sur le Moscovien antérieurement plissé et ayant été ensuite à son tour fortement plissé. La coupe nous montre aussi les failles du Pliocène supérieur. On

(1) Je n'ai pas figuré sur la carte d'échelle trop restreinte, ces deux accidents locaux peu importants

remarquera la rapide disparition, sur une longueur extrêmement courte, des dépôts moscoviens qui, épais sous Ninh-tchéou, disparaissent brusquement sur l'axe géographique de la chaîne du Tien-ma-chann, et à l'est de cet axe, sur le versant de Po-shi manquent totalement. Ceci est dû à l'érosion énergique qui a suivi les efforts orogéniques moscoviens et qui s'est exercée pendant la fin du Moscovien et le début de l'Ouralien ; nous reverrons encore exactement le même fait dans toutes les autres coupes de la région et j'ai essayé dans la fig. 98 (atlas), figure théorique, mais construite sur les données mêmes des autres coupes, de rétablir l'allure des couches avant les grands effondrements pliocènes. On y voit nettement deux surfaces d'érosion ; l'une, de la fin du Moscovien et comme je l'ai indiqué dans l'étude stratigraphique s'étant achevée pendant le début de l'Ouralien, indique nettement la présence d'importants plissements arasés et recouverts ensuite transgressivement par les calcaires ouraliens supérieurs ; la seconde arasant le Permien moyen et les terrains sous jacents provoquant la formation de l'énorme masse de poudingues du Permien supérieur, suivie du dépôt des grès rouges. Pour plus de clarté je n'ai pas tenu compte dans cette restauration de la puissante pénéplanation antéhimalayenne.

Coupe B. — La coupe 97 B (atlas) parallèle à celle du Po-shi-kiang ou Kiou-kiang à Ninh-tchéou et passant par le Tien-ma-chann, également à quelques kilomètres au N. de la précédente, montre les plis agencés de la façon suivante. L'axe anticlinal dévonien que nous avons décrit dans la coupe précédente vient par suite de sa direction N. N. E. se terminer tout près de Po-shi contre la vallée du Tié-tchen-'ho ; le Dévonien inférieur qui forme le noyau de l'anticlinal vient ainsi disparaître sous les alluvions de la plaine de Po-shi. Il est relayé par un synclinal dont l'axe est occupé par le Dévonien moyen, (droite de la fig. 97 B atlas), synclinal qui, à l'ouest, disparaît sous la transgression de l'Ouralien supérieur dont les calcaires reposent presque à 90° sur les tranches très relevées du Dévonien ; ici, la formation de plis importants et leur arasion antérieurement à la transgression des calcaires ouraliens à *Productus* et à *Schwagerina princeps* est encore évidente.

En arrière, vers l'ouest un synclinal de calcaires ouralopermiens succède au pli précédent ; son axe est parallèle à celui des plis antéouraliens, il est renversé fortement vers l'est-sud-est ; il suffit de regarder la coupe pour se rendre compte ici encore que les deux groupes de plis sont d'âge absolument différent. A l'ouest s'étend sur une large surface une succession de bandes de terrains moscoviens très plissés et déjetées vers l'est-sud-est ; en arrière encore, au voisinage du prolongement sud-sud-ouest de la faille de Tou-la-houé, on retrouve l'Ouralien transgressif ici sur le Moscovien. Ainsi cette coupe, avec des variantes dans la forme des plis, retrace exactement la succession des faits observés dans la coupe A de la fig. 97 (atlas).

Coupe C. — La coupe C de la même fig. 97 (atlas) va compléter ces données de la façon la plus nette ; entre la plaine de Po-shi et les escarpements calcaires du manteau ouralo-permien de la région de Mo-pe-tchong l'érosion a dégagé largement le Dévonien plissé par les efforts orogéniques moscoviens ; dans la région de Fa-houé on recoupe, sur le sentier de Po-shi à Mo-pe-tchong, deux synclinaux et anticlinaux normaux dont l'axe et les flancs sont occupés par le Dévonien moyen. Prolongés vers le N. N. E. ces plis traversent la vallée du Tié-tchen-'ho entre l'extrémité nord de la plaine de Po-shi et Si-eul ; nous nous en occuperons ultérieurement.

A l'ouest du village de Fa-houé, on observe deux lambeaux d'Ouralien posés en transgression complète sur une tête anticlinale dévonienne qu'ils décapitent (fig. 97 C atlas). Ces deux lambeaux se rattachent manifestement au-delà du ravin profond de San-chai-tchong à la grande masse du plateau de Mo-pe-tchong. Prolongement des affleurements ouralopermiens du Tien-ma-chann, cette bande qui forme la zone de sommets arrondis en forme de plateaux du Wang-song-chann est complètement transgressive sur le Dévonien moyen et inférieur, et comme au sud le Moscovien manque totalement ainsi que le Dinantien. Mais ici la coupe se complique à l'ouest par de grosses dislocations ; près du village de Ho-tein un contact anormal amène sur un plan de charriage plongeant vers l'O. N. O. une écaille de Cambrien très contourné.

Ici, nous trouvons un exemple très intéressant du degré de plissement et ensuite d'érosion *antéouralienne* dans ce fait que cette lame cambrienne plissée comme l'indique la figure 97 C (atlas) (partie gauche) offre à environ 1.400^{m} à l'ouest de Ho-tein, entre ce village et Tou-la-houé, une coupe aussi nette qu'on puisse le désirer, montrant l'Ouralien reposant directement sur le Cambrien ; les couches cambriennes

plongent vers le S. S. E. tandis que l'Ouralien repose sur leurs tranches suivant un plan presque perpendiculaire, plongeant vers l'O. N. O. ; la pénéplanation antérieure au dépôt des couches à *Schwagerina princeps* a donc été suffisamment avancée pour décaper les plis moscoviens au point de mettre à nu le Cambrien ; il est évident que l'hypothèse d'une lacune de sédimentation pendant le Dévonien ne peut même pas être envisagée puisque les dépôts de cet âge offrent une épaisseur énorme à 1 km 500 de distance ; et pour que, sur des distances si faibles, la transgression ouralienne s'effectue sur des terrains d'âge tellement différent, il faut que les plissements antérieurs à la pénéplanation aient été très importants.

Près de Tou-la-houé, une fracture interrompt la série ouralo-permienne calcaire qui se répète avec le même pendage à l'ouest de la faille, entre Mong-ti-tsen et Tou-la-houé.

Dans la vallée de Mong-ti-tsen passe un contact anormal qui amène le Cambrien sur l'Ouralien. J'étudierai plus loin cette importante zone de charriage qui s'étend entre la faille de Mong-ti-tsen d'une part et le lac de Tch'eng-kiang de l'autre.

Auparavant, je crois devoir indiquer en quelques mots, ce que deviennent les axes des plis qui affectent le Dévonien et qui sont recouverts en transgression par l'Ouralien sur le flanc oriental de la haute chaîne du Tien-ma-chann et du Wan-song-chann au-dessus de Po-shi.

La carte montre qu'ils traversent le Tié-tchen-'ho avec une direction N. N. E. entre Lou-fong-ts'ouen et l'extrémité nord de la plaine de Po-shi, pour aller l'un après l'autre finir en biseau contre la faille de Lou-nan. Sans être accompagnés de charriages, ils accusent d'intenses refoulements dans la région de Si-eul où les couches d'une façon générale sont très fortement relevées ; Si-eul se trouve dans l'axe d'un puissant anticlinal occupé par du Dévonien inférieur gréso-marneux et flanqué de Dévonien moyen. La ligne ferrée traverse cet anticlinal très peu obliquement et se trouve presque parallèle à la direction des plis, ce qui est une circonstance désastreuse dans des terrains aussi meubles pourvus de versants d'une raideur extraordinaire répondant à la rapidité avec laquelle a été creusée la vallée ; les éboulements y sont constants et d'une amplitude considérable. Ce grand anticlinal, comme je viens de le dire, finit en biseau contre la grande fracture de Lou-nan.

δ. — **Région de charriages entre la faille de Mong-ti-tsen et la fracture du lac de Tch'eng-kiang :** Toute la région montagneuse qui borde à l'est la profonde fosse du lac de Tch'eng-kiang et qui est portée sur la carte chinoise sous le nom général de Wou-tsa-chann est le théâtre de mouvements tectoniques très importants que nous allons chercher à décrire aussi clairement que possible.

La Carte géologique montre la trace d'un pli-faille qui, sur une longueur de 30 km. environ, enferme complètement un long affleurement cambrien qui court avec une direction N. N. E. entre Mong-ti-tsen et Sin-tchai et plus au N. entre Tsin-long-kai et Ké-ma-tsin ; et quel que soit le point par lequel on aborde cet affleurement, on le voit reposer en discordance tectonique sur des terrains plus récents.

Coupe menée de l'extrémité sud du lac de Tch'eng-kiang à Mong-ti-tsen. — Si l'on part de Lou-khi, à l'extrémité du lac de Tch'eng-kiang et qu'on se dirige vers le S. E. ou l'E. S. E., on s'élève sur les calcaires ouraliens plongeant modérément vers l'O. S. O. On rencontre ensuite une épaisse masse de labradorite λ_2 reposant directement sur l'Ouralien par ablation locale des calcaires permiens pendant l'émersion du Permien supérieur ; mais un peu avant de franchir les crêtes de 2.400^m environ, qui surplombent le lac, on rencontre les grès moscoviens $\hat{h}$, de l'horizon inférieur, grès très micacés grossiers, soit sableux, soit en psammites fissiles, qui reposent *sur les labradorites* λ_2, puis en continuant la descente, on passe près de Fein-chouéi-lin sur les marnes schisteuses cambriennes qui semblent continuer une série régulière et reposent sur le Moscovien ; puis lorsqu'on a franchi le ruisseau de Fein-chouéi-lin, on traverse un chaînon entièrement formé de Cambrien dans lequel cet étage dessine un synclinal ; les couches se relèvent en sens inverse au voisinage de Mong-ti-tsen et le pendage très rapide devient alors O. N. O. En gravissant le versant abrupt oriental de la vallée de Mong-ti-tsen, on voit ce Cambrien s'appuyer par un contact anormal sur la labradorite permienne qui repose elle-même sur les calcaires permiens à Dolioliines ; il en résulte que l'ensemble de cette série offre : 1° une lame de Moscovien gréseux reposant sur l'Ouralien, 2° une lame épaisse de Cambrien reposant à l'ouest sur ce Moscovien, à l'est sur le Permien supérieur, de sorte que la lame moscovienne s'étire sous le Cambrien. Il y a là un charriage manifeste,

offrant deux écailles superposées ; les figures 120 A et B (atlas) montrent cette structure qui subit de légères variations, en ce sens que dans A le Cambrien repose directement à l'est sur le calcaire permien et que dans B la labradorite λ_2 est supprimée à l'ouest ; ce sont simplement des étirement locaux.

Coupe menée de l'entrée du déversoir du lac de Tch'eng-kiang à Siao-tou-san. — Cette seconde coupe va nous donner le clef du problème. La fig. 99 (atlas) montre la structure de la région. Partons du lac de Tch'eng-kiang au point où prend naissance le déversoir à 'Hai-keuou et traversons les crêtes parallèles qui séparent le lac de la profonde vallée de Tsin-long-kai ; le chemin suivant d'abord un ravin profond permet d'excellentes observations. On recoupe au début du Cambrien argilogréseux à *Ptychoparia*, complètement déformé, contourné, brisé, formant une lame plongeant vers l'O. N. O. ; sous cette lame s'enfonce, avec le même plongement, une lame de calcaire moscovien *h,a* à *Fusulinelles* formant topographiquement une barre ; sous cette barre plonge une nouvelle écaille cambrienne disloquée dans sa structure intime et chevauchant encore une lame étroite de calcaire *h,a* à *Fusulinelles* très écrasée ; sous cette lame, on trouve ensuite une épaisse masse de Cambrien formant les hauteurs de 2.050 m en moyenne qui bordent le torrent de Tsin-long-kai; ce Cambrien argilo-gréseux est formé d'une série de plis aigus écrasés les uns contre les autres, hachés de plans d'interruptions, faisant buter les couches entre elles de façon incohérente ; cette masse forme une nouvelle écaille d'une épaisseur énorme sous laquelle s'enfonce de nouveau du calcaire moscovien au fond de la vallée du torrent de Tsin-long-kai ; on traverse ensuite un grand anticlinal dont l'axe est occupé par du Moscovien *h,b* de l'étage des grès supérieurs normalement recouverts par le calcaire *h*, qui, dans le flanc oriental du pli, se renverse de façon à déverser l'anticlinal vers le S. E. ; on s'élève sur le flanc oriental de la vallée ; puis on trouve, reposant en discordance tectonique sur le Carbonifèrien moyen, de nouvelles couches cambriennes ; de l'autre côté de cet affleurement cambrien qui n'est que le prolongement de celui que nous avons rencontré entre Mong-ti-tsen et Fein-chouéi-lin dans la coupe précédente, on trouve de l'Ouralien à *Néoschwagérines* ; on constate dès lors que le Cambrien se relie directement par-dessus la vallée du torrent de Tsin-long-kai aux affleurements en écaille du versant ouest de la vallée dans les conditions qu'indique la figure 99 (atlas) et le Carbonifèrien moyen n'apparaît ainsi dans la vallée de Tsin-long-kai que grâce à une fenêtre d'érosion pratiquée à travers une écaille cambrienne de charriage superposée. La région est formée en résumé d'une série de lames cambriennes, alternant avec des lames de calcaire moscovien, le tout étant poussé vers l'E. S. E. J'estime que l'amplitude des charriages a pu atteindre une vingtaine de kilomètres, l'origine des nappes se trouvant sans nul doute dans la fosse d'effondrement du grand lac de Tch'eng-kiang.

Il est incontestable que ces nappes se sont étendues sur une surface déjà très travaillée par l'érosion et sur des plissements antérieurs décapités, par ce seul fait que l'écaille inférieure cambrienne repose sur des terrains d'âge très différent selon les points. Ainsi, si l'on suit la limite de la trace du plan de charriage du long recouvrement qui passe entre Mong-ti-tsen et Fein-chouéi-lin et à l'est de Tsin-long-kai, on le voit tantôt reposer sur l'Ouralien supérieur, tantôt sur le Permien inférieur ou moyen, tantôt sur la labradorite λ_2.

Cette structure en écailles se poursuit sur toute la rive orientale du lac de Tch'eng-kiang ; entre 'Hai-keuou et Houéi-chouéi-tang, elle est très accusée et comme l'indique la Carte géologique les seuls terrains représentés sont le Cambrien et le Carbonifèrien supérieur, le Cambrien reposant normalement sur ce dernier. J'ai donné une coupe perspective (fig. 12 atlas) montrant le chevauchement de Cambrien plissé au maximum, sur le calcaire à l'entrée de la cluse de 'Hai-keuou ; partout, il offre dans le Yun-nan oriental cette structure typique de lames de Cambrien argilo-gréseux charrié, représentée par une accumulation de lames composées elles-mêmes d'une infinité de petites écailles irrégulières dans lesquelles la compression a plissé les lits argileux ou gréseux minces en petits V couchés, empilés, aux branches rapprochées. Cette structure a rendu les couches d'une fragilité extrême et le plus souvent le moindre coup de marteau entraîne un notable écroulement de matériaux. L'érosion marche actuellement avec une rapidité fantastique dans ces terrains dans lesquels la profondeur et la longueur des barrancos croissent si vite que l'aspect d'un flanc de vallée se transforme dans l'espace d'une seule saison des pluies ; les pentes rapides sont recouvertes par suite de ces écroulements constants d'accumulations de fragments de schistes marneux qui rendent un bruit de tessons de poterie lorsqu'on marche dessus.

Cette région d'écailles est traversée par des fractures orientées O. N. O. qui sont à peu près normales à l'orientation des plis et se greffent sur les grandes fractures qui ont donné naissance à la zone des lacs.

A l'est de l'extrémité nord du lac de Tch'eng-kiang, cette allure de charriage se reconnaît encore dans la bande de Cambrien inférieur argilo-gréseux qui passe avec une direction générale N. N. E. par le village de Siao-tang. Ce Cambrien repose anormalement à l'ouest sur le Moscovien gréseux qui borde la plaine de Tch'eng-kiang et offre un pendage très rapide vers le S. O. Près de Siao-tang, un contact anormal montre le Cambrien très violemment plissé appuyé sur le Moscovien gréseux ; de l'autre côté de cette bande cambrienne dans laquelle se trouve la bifurcation du chemin dont une des branches se dirige vers Houéi-chouéi-tang et l'autre vers Siu-kia-tou et qui offre de beaux gisements de Trilobites, on voit le Cambrien reposant anormalement ici aussi sur le calcaire ouralien. Ensuite en descendant vers Siu-kia-tou par le sentier muletier, on recoupe transversalement les axes des plis et les complications de la tectonique se débrouillent très facilement ; on observe une série d'ondulation aux axes parallèles, formant les accidents secondaires d'un anticlinal dont la retombée se fait sur Siu-kia-tou ; qu'interrompt une nouvelle faille au voisinage du thalweg de la vallée du Tié-tchen-'ho et qui s'observe nettement près de Pai-le-tsen.

Les axes des différents plissements que je viens de décrire offrent toujours l'orientation N. N. E. ou N. E. La fig. 104 (atlas) montre comment les différents plis sont recoupés par la faille de Pai-le-tsen ; cette structure de plis orientés N. N. E. ou N. E. et nettement biseautés par les grandes fractures est générale dans toute la région paléozoïque.

ε. — **Plis entre la faille de Lou-nan et la faille de Pai-le-tsen :** La faille de Pai-le-tsen se poursuit avec une direction presque N. S. à peine inclinée sur l'est le long de la rive orientale du lac de lang-tsong, et au sud de Tang-tche, elle rejoint la fracture du lac en faisant un angle de 135° environ avec sa direction première. Elle se confond ensuite, au delà de la dépression de Tang-tche avec la grande faille principale des lacs orientaux qui s'étend des environs de Tong-'hai jusque dans la direction de Tong-tchouan-fou soit sur une longueur de 280 km. reconnue. Entre cette cassure et celle de Lou-nan non moins importante nous retrouvons au N. de Lou-fong-ts'ouen une série de plissements relayant ceux que nous avons vu traverser obliquement la vallée du Tié-tchen-'ho dans la région de Si-eul ; ces plis orientés N. N. E. et N. E. sont interrompus par les failles qui les biseautent. Relayant au nord l'anticlinal de Si-eul déjà décrit, un autre anticlinal traverse le Tié-tchen-'ho dans la boucle de Lou-fong-ts'ouen ; le cours inférieur du Lou-nan-'ho s'allonge à peu près suivant la direction de cet axe ; ce pli offre des retombées normales de Dévonien inférieur très épais ; un synclinal à relèvement périphérique des couches formant un pli très puissant lui succède au N. offrant dans ses flancs réguliers le Dévonien moyen tout entier ; l'axe du synclinal est occupé par le Dévonien supérieur. L'anticlinal à noyau cambrien du Lou-nan-'ho et le synclinal à noyau de Dévonien supérieur qui lui correspond sont biseautés par la faille de Lou-nan, de telle façon que du sud au nord le Cambrien, le Dévonien inférieur, le Dévonien moyen, puis le Dévonien supérieur qui occupe l'axe du synclinal viennent l'un après l'autre buter obliquement contre le Permien supérieur du plateau de Lou-nan. M. Lantenois a traversé le synclinal vers son extrémité N. N. E. au voisinage de la faille de Lou-nan et l'a figuré dans la fig. 1 de sa planche de coupes en couleurs (*Mission géologique et minière du Yun-nan méridional*).

Au nord un nouveau système de plis, mais infiniment plus compliqué relaye le précédent, système qui, faisant abstraction des grandes fractures de Pai-le-tsen et de Lou-nan est en réalité le prolongement N. N. E. de la bande d'écailles de la rive orientale du lac de Tch'eng-kiang qui reparaît au delà de la dépression faillée de la plaine d'Yi-léang. Une coupe passant par Ta-koua, Siao-'houng-po et la plaine d'Yi-léang, offre les caractères suivants ; contre la faille de Lou-nan, on observe dans la région de Ta-koua une large bande de Cambrien formé en majeure partie par les marnes roses à *Redlichia sinensis*. ce Cambrien est complètement contourné, plissé en plis étroits accumulés offrant les phénomènes ordinaires de laminage et d'écrasement que nous avons tant de fois décrits ailleurs (voir la partie droite de la fig. 100 de l'atlas) ; vers l'ouest, la compression diminue un peu et au lieu d'une multitude de plis étroits empilés, on observe un pendage général vers l'ouest-nord-ouest, les marnes schisteuses restant cependant très plissotées. Entre Hoang-i-tien et Siao-'houng-po on voit, reposant sur le Cambrien une lame de Dinantien formée de marnes et de grès micacés en minces lits alternants, très fossilifères et que j'ai décrite dans la partie traitant de la Stratigraphie, ce Dinantien offre le même pendage que le Cambrien auquel il est superposé ;

à l'ouest le Cambrien reparaît recouvrant complètement le Dinantien ; la série semble tellement continue que si le Dinantien n'était pas fossilifère, on croirait, par suite du parallélisme des assises, que l'ensemble est régulier tandis qu'on se trouve en présence d'une lame de Dinantien charriée sur le Cambrien et recouverte elle-même par le Cambrien de façon anormale ; au delà du village de Siao-'houng-po, vers l'ouest, la structure reste aussi compliquée : une lame formée de Moscovien à sa base et de Dinantien recouvrant le Moscovien chevauche le Cambrien de Siao-houng-po ; à l'ouest une lame de calcaire moscovien supérieur h_1 de l'horizon de Chouéi-tang, interrompu par une faille qui occasionne à travers les calcaires une légère dénivellation avec variations sans intérêt dans le pendage. Tout cet ensemble, de la plaine d'Yi-léang à Ta-koua plonge avec une remarquable régularité vers l'O. N. O., il y a là un des plus remarquables systèmes d'écailles superposées qui se puisse voir, et d'autant plus intéressant qu'avec un examen superficiel, on pourrait se croire en présence d'une série à peu près normale.

C. — Zones plissées parallèles au N. O. de la zone de fracture des lacs orientaux.

A l'ouest de la zone de fracture des lacs orientaux qui limite la bande des plis compliqués que nous venons de décrire et où les chevauchements et les charriages jouent un si grand rôle, vient une série de faisceaux de plis à peu près parallèles, orientés N. N. E. ou N. E. d'une façon générale et montrant une tendance à l'incurvation vers l'ouest à mesure que l'on avance dans cette direction ; à l'ouest du méridien de Yun-nan-fou cette tendance s'accuse de plus en plus et dans le Yun-nan occidental, les axes s'orientent à l'ouest pour remonter ensuite au N. O. Dans toute la région comprise entre la bande des lacs orientaux et le haut Fleuve Bleu, les plis ne cessent de s'accumuler ; leur intensité est plus ou moins considérable, mais nulle part on n'observe une région tranquille.

Il est assez difficile d'établir une limite entre les différents zones plissées parallèles, car elles passent toutes de l'une à l'autre. La chose est pourtant nécessaire pour la commodité de la description, mais est nécessairement arbitraire.

α. — **Plissements de la zone des lacs :** Une première zone de plis où le Carbonifèrien moyen joue un grand rôle dans la partie méridionale se dessine à l'ouest du lac de Tong-'hai. Ces plis, provenant d'un faisceau O.-E. dans le Yun-nan occidental, offrent une direction générale S. O.-N. E. dans la région de Si-wo, puis à la hauteur du lac de Kiang-tchoan (Sing-yun-hou) et du lac de Tch'eng-kiang (Fou-sien-hou) ils se rapprochent de plus en plus rapidement du N. N. E. L'incurvation se fait donc nettement sentir.

Si l'on mène une section à travers cette bande de plis depuis Si-wo jusqu'à la zone faillée de Tong-'hai, on constate, comme on peut le voir dans les coupes générales (à la fin de l'atlas), que cette région est formée de plis de grande envergure, du reste très accusés, aux pendages rapides parfois, mais dessinant de grandes bandes synclinales et anticlinales parallèles ; les axes synclinaux sont généralement calcaires et occupés par les horizons du Moscovien supérieur (calcaire h_1 à *Sp. mosquensis*, horizons de Chouéi-tang h_1 ou de Lo-a-tien h_2) et de l'Ouralien inférieur (horizons à *Fusulina brevicula*, à *F. tchengkiangensis* et à *F. kattaensis*) ; les axes anticlinaux sont occupés par les grès du Moscovien inférieur ou moyen, en général très déblayés par l'érosion, de sorte que les bandes synclinales forment dans le paysage de longues barres en saillie, d'altitude égale, entre lesquelles, le Moscovien gréseux est ciselé en collines surbaissées, aux sommets arrondis, séparées par des ravins au thalweg étroit (toujours l'opposition déjà si souvent indiquée des formes de maturité et des formes de jeunesse). L'allure des plis est bien dessinée sur la Carte géologique par la disposition même des bandes de terrain.

Une première bande synclinale passe à l'ouest du bassin de Kouan-in, occupée par les calcaires moscoviens et ouraliens inférieurs : cette bande longe la rive méridionale du lac de Tong-'hai ; elle est disloquée par des failles appartenant au groupe des fractures des lacs et orientées parallèlement aux plis. A cette bande correspond une grande zone anticlinale gréseuse entre elle et Pou-nai-chan. M. Lantenois qui a traversé cette bande sur la route de Tong-'hai à Si-wo, écrit : « Strates très variables de direction et de pendage », ceci est très vrai, et si dans l'ensemble les couches moscoviennes formées par les grès h,b

dessinent une zone anticlinale, les accidents secondaires très multipliés compliquent localement cette structure d'ensemble. Cette bande anticlinale se poursuit vers le N. N. E., mais entre le Ki-lo-hou et le Sing-yun-hou ou lac de Kiang-tchoan l'axe se divise et une bande synclinale s'intercale entre les deux axes anticlinaux provenant de la bifurcation. De ces trois plis qui prennent ainsi naissance, le plus oriental haché par les failles parallèles qui prolongent au sud le lac de Tch'eng-kiang, comme le montre la Carte géologique se décompose en une série de bandes parallèles effondrées ; il disparaît dans la région de Lou-khi dans l'axe du lac de Tch'eng-kiang.

Le synclinal né de la bifurcation de l'axe anticlinal passe entre les deux fosses des lacs de Kiang-tchoan et de Tch'eng-kiang, en partie effondré latéralement à l'O. dans la dépression du lac de Kiang-tchoan parallèle à l'axe des plis ; sur son flanc oriental, il est décomposé en compartiments allongés parallèles effondrés par les failles prolongeant la fosse du lac de Tch'eng-kiang ; l'axe du synclinal est occupé par les calcaires à *Schwagerina princeps* ; au N. N. E. le synclinal est tranché en biseau par la rive orientale du lac de Tch'eng-kiang.

Le troisième pli, l'axe anticlinal occidental, s'interrompt brusquement à la rencontre de l'extrémité méridionale du lac de Kiang-tchoan qui se substitue à lui ; il reparaît au delà pour former les collines arrondies de grès moscovien h,b qui flanquent à l'ouest la plaine de Kiang-tchoan, la retombée est de l'anticlinal borde également la dite plaine ; il en résulte que le lac de Kiang-tchoan, et la plaine qui le prolonge au N. et qui représente la zone abandonnée par les eaux lors de l'abaissement de niveau du lac, occupe l'emplacement d'une partie d'une voûte anticlinale effondrée.

Plissements de la rive occidentale du lac de Tch'eng-kiang. (Voir coupes de la fig. 120 atlas partie gauche). — Au N. de Kiang-tch'oan, la structure se complique, les plis se resserrent et sont brusquement interrompus par des failles presque transversales, de parcours modéré, mais provoquant une assez forte dénivellation, et orientées O. N. O., failles formant un réseau croisé à 60° environ avec les fractures qui ont donné naissance à la grande dépression du lac de Tch'eng-kiang. Dans la région de Min-hin, on retrouve, dans les montagnes qui bordent le lac, le prolongement de l'axe anticlinal des grès moscoviens de Kiang-tchoan mais ici encore on observe une bifurcation d'axes anticlinaux et on obtient alors : à l'est un anticlinal étroit dans les grès moscoviens h,b, anticlinal normal flanqué à l'est de labradorites puis de calcaires à Fusulines h_3 ; une faille, qui longe la rive de très près, provoque la disparition rapide des couches à pendage oriental très prononcé sous les eaux du lac, en certains points la faille elle-même est recouverte par l'eau et ce sont les roches éruptives λ_1 ou les grès h,b sous-jacents qui forment le rivage ; ces conditions provoquent la formation d'une rive excessivement haute et escarpée ; la pente du lac étant donnée par le pendage très rapide des calcaires ouraliens, il en résulte que la profondeur de ce dernier est immédiatement considérable. Cette structure de la rive occidentale du lac de Tch'eng-kiang, offrant par suite de la coexistence des failles qui forment un double réseau et de l'importance des plis une allure complexe que la seule description ne saurait suffisamment éclaircir, je donne dans la fig. 103 (atlas) le détail des accidents et l'orientation exacte des couches.

Cette bande anticlinale à axe moscovien gréseux qui longe le lac est relayée à l'ouest par un étroit synclinal à axe calcaire ouralien qui prend naissance, grâce à la bifurcation de l'axe anticlinal de Kiang-tchoan et qui forme les sommets calcaires qui surplombent le lac de Tch'eng-kiang ; à l'ouest encore un nouvel axe anticlinal, également formé de grès moscoviens h,b passe entre le synclinal précédent et la piste de Kiang-tchoan à Tsin-ning. Ces différents plis sont orientés presque S. N. à peine inclinés vers N. N. E.

Entre Min-hin et Li-tchang une faille verticale avec dénivellation assez forte, orientée O. N. O., vient se greffer sur la faille de bordure occidentale du lac ; les plis précédents se retrouvent au delà de cette faille et viennent aboutir successivement au lac, coupés par la dénivellation qui lui a donné naissance (fig. 103 atlas et Carte géologique).

Synclinal du Tien-chann. — Une autre faille parallèle interrompt au N. de Lou-tchang les axes précédents ; au delà les relayant vers le N. N. E apparaît le beau synclinal suspendu de calcaire ouralien du Tien-chann (V. fig. 40 atlas). La photographie A (planche VII) montre nettement le recourbement des couches calcaires du synclinal dont le flanc occidental donne naissance à la haute crête aigüe du Tien-chann. Le parcours de ce synclinal est très court et presqu'immédiatement aux environs du village

de Tien-chann qui porte le nom de l'aiguille, il est interrompu par la profonde dépression du lac ; ce pli est donc compris entre deux fractures dont la plus méridionale le recoupe transversalement, tandis que celle du lac qui se confond avec la rive la biseaute à 45° à peu près. La partie gauche de la figure 120 (atlas) montre nettement dans les quatre coupes parallèles l'allure des plis depuis Kiang-tchoan jusqu'au Tien-chann.

β. — **Région de Si-wo. Sin-hin et plis entre le lac de Tcheng-kiang et le lac de Kouen-yang :** Il suffit de se reporter à la Carte géologique pour constater la régularité de la longue bande synclinale formée de calcaires ouraliens qui s'observe dans les environs de Pou-nai-chan entre Tong-'hai et Si-wo. Cette bande qui succède aux plis précédents va se terminer contre la faille du Tien-chann. Parallèlement à celle-ci, on retrouve dans la région de Sin-hin une monotone série de grands plis, plus ou moins accidentés de dislocations locales, mais très accusés, M. Lantenois qui a effectué le trajet de Si-wo à Kouen-yang, a bien remarqué cette allure. Il s'exprime ainsi : « Coupe IX. (Coupe de Yen-ho-kai à Eul-kai) : On y voit le calcaire carbonifère occuper deux larges synclinaux qui sont séparés par un anticlinal formé par le terrain gréso-schisteux inférieur au calcaire. — Les synchnaux sont à large courbure ; les anticlinaux présentent au contraire des strates serrées et font penser à des éventails composés, ils ont été fortement démantelés par l'érosion ». C'est bien en effet ainsi que se présentent ces plis et les calcaires carbonifériens s'étageant du Moscovien supérieur aux calcaires ouraliens h_5 y occupent les axes synclinaux (Voir les coupes générales en couleurs à la fin de l'atlas). On peut dès lors, entre la bande synclinale du Pou-nai-chan et Kouen-yang, soit sur une largeur de 32 km, considérer les plis suivants : 1° Anticlinal du Tong-chann au S. E. de Sin-hin, formée par la série gréseuse moscovienne h_1-h_3b avec l'intercalation des calcaires à Fusulinelles h_3a ; 2° le synclinal calcaire de Sin-hin offrant une série complète allant des calcaires h_{1_1} à *Spirifer mosquensis* aux calcaires h_4 à *Fusulina Kattaensis* ; c'est à la base des couches calcaires que se trouve la couche de houille de Siao-che-kiao. Au N. E. nouvel anticlinal de grès moscoviens, puis grand anticlinal du Tien-po-chann et du Hai-pao-chann, coupés à peu près suivant la route de Sin-hin à Kouen-yang par une faille importante qui a donné naissance aux dépressions de Sin-kai, et surtout au beau bassin alluvionnaire de Sin-hin et Pe-tchen. Des dislocations secondaires s'y intercalent, comme le synclinal calcaire au N. E. de Pe-tchen, d'une dizaine de kilomètres de longueur.

A l'O. de la faille, au N. O. du bassin de Sin-hin, les calcaires moscoviens supérieurs et ouraliens inférieurs dessinent un vaste synclinal bordé au N. O. par l'anticlinal du Long-tong-chann dont la retombée nord occidentale s'enfonce sous le synclinal de Eul-kai. Nous poursuivrons ultérieurement l'étude dans cette direction ; voyons auparavant ce que deviennent les plis précédents vers le N. N. E.

Dans l'ensemble, ils dessinent la même courbure que ceux qui les circonscrivent au sud dans la région de Tong-'hai. Ils arrivent du Yun-nan occidental avec une orientation O. E. puis s'incurvent et dans les environs de Sin-hin la direction est franchement N. E.

Elle passe au N. N. E. dans les chaînons montagneux entre l'extrémité méridionale du lac de Kouen-yang et l'extrémité nord du lac de Tcheng-kiang ; mais là l'allure des plis se modifie complètement. Si nous reprenons l'anticlinal du Tong-chann et que nous le suivions bien au-delà, dans cet étranglement entre les deux lacs, nous voyons le pli se renverser peu à peu, tandis que l'axe principal se décompose en une série d'axes anticlinaux secondaires et le tout se couche complètement vers l'est-sud-est. Comme on peut s'en rendre compte en consultant les coupes de la figure 120 (atlas), il y a déjà tendance à un mouvement semblable de renversement dans les plis qui longent le lac de Tcheng-kiang sur sa rive occidentale et dans le Tien-chann, cette tendance au déversement vers l'est-sud-est s'accuse nettement en même temps que les plissements s'accentuent par comparaison avec ce que l'on observe au sud dans la région de Kiang-tchoan. Dans le Tien-chann, à l'O. de la plaine de Tch'eng-kiang, exactement dans les chaînes entre cette plaine, qui représente une zone abandonnée à l'heure actuelle par les eaux du Fou-sien-hou et Tsin-ning le renversement atteint son maximum et on observe une série de plis couchés parallèles, mais sans charriage ni étirement d'aucune sorte. La figure 101 (atlas) qui est une coupe perspective montre très bien cette structure ; aux synclinaux calcaires correspondent des abrupts, tandis que les anticlinaux couchés qui les séparent sont formés par les grès moscoviens et constituent des paliers ou des pentes. Vu du sud, des environs de Lou-tchi par exemple, cet ensemble se dessine admirablement ; les hauteurs sont complètement dénudées et la succession des anticlinaux gréseux de teinte rouge alternant avec les synclinaux calcaires gris clair ou blancs se détache de façon frappante.

g'. — **Région plissée du lac de Iang-tsong, chaîne de Ta-ing-chann :** Si nous poursuivons vers le N. N. E., l'analyse de ces plissements nous voyons la structure se compliquer dans la région du lac d'Iang-tsong.

Massif du Lo-tchang-chann. — Le massif du Lo-tchang-chann, élevé d'environ 3.000^{m} forme entre la tête nord du lac de Tch'eng-kiang et la tête sud du lac de Iang-tsong une haute masse aux sommets indistincts ; l'altitude y est remarquablement égale et vue de loin, par exemple depuis le N. elle apparaît comme un des restes de l'ancienne pénéplaine yunnanaise antérieure aux effondrements du Pliocène supérieur. Traversé par des failles importantes N. N. E. prolongement des fractures du lac de Tch'eng-kiang et par d'autres offrant une orientation oblique N. E. ou N. O. conjuguée, qui le découpent en blocs puissants juxtaposés. La constitution se réduit à une alternance de grès moscoviens très plissés et de calcaires formant synclinal qui occupent la partie culminante du massif ; elle est relativement simple par conséquent ; les plissements des grès sont déversés vers le S. E. ou le S. S. E. Les calcaires moscoviens et ouraliens sont fortement ondulés.

Anticlinal du Chao-ta-keuou-chann. — Les plis qui entourent à l'est et à l'ouest le lac de Iang-tsong offrent plus de complication, surtout avec les fractures qui les interrompent. Les coupes de la figure 106 (atlas) aideront à comprendre leur agencement. Un anticlinal de grès rouge moscovien h,b se dégage du Lo-tchang-chann, et avec une direction N. N. E. borde la petite plaine de Iang-tsong, qui, située au S. du lac représente une partie de son ancien fond ; cet anticlinal offre une clef de voûte arrondie, mais les pendages de part et d'autre s'accusent rapidement ; jusqu'à la hauteur de Sin-kay la voûte de l'anticlinal est démantelée et l'axe, occupé par le grès moscovien h,b à découvert, est flanqué à l'O. N. O. et à l'E. S. E. de parements de calcaires moscoviens supérieurs et d'ouralien $h_{3\text{-}5}$, mais à mesure que l'on suit cet anticlinal vers le N. N. E., on voit les grès rouges à la hauteur de la recherche de charbon de Kiéou-tien-chann plonger et s'enfouir sur les calcaires moscoviens et ouraliens qui, à leur tour, plongent sous les labradorites λ_2. Ce pli offre donc un type net de brachyanticlinal à plongements périphériques ; un autre brachyanticlinal, de trajet assez court, formant plutôt un dôme elliptique s'aligne vers la moitié de la longueur du lac de Iang-tsong en se plaçant exactement dans le prolongement de l'axe de l'anticlinal précédent ; un ensellement occupé par les labradorites λ_2 sépare les deux plis ; seulement dans ce second brachyanticlinal, les grès rouges h,b n'affleurent pas et l'axe du pli est occupé par les calcaires à *Productus* ouraliens h_5 flanqués par la labradorite λ_2. A l'est, cette ligne de plis est occupée par le prolongement nord de la faille de Pai-le-tsen qui la fait buter contre le Cambrien très plissé qui constitue uniquement la chaîne élevée entre elle et la plaine d'Yi-léang. Les coupes A, B, et C de la figure montrent l'enfouissement progressif de l'axe du brachyanticlinal du Chao-ta-keuou-chann vers le N. N. E. et la façon dont le prolongement de la faille de Pai-le-tsen coupe en biseau à l'est la retombée du pli. Au N. la faille se coude brusquement, quitte sa direction presque sud-nord pour venir avec une nouvelle orientation N. N. O. rencontrer la dépression du lac de Iang-tsong ; la ligne des brachyanticlinaux du Chao-ta-kéou-chann est dès lors interrompue définitivement.

Plis de la côte occidentale du lac de Iang-tsong. — Au brachyanticlinal du Chao-ta-kéou-chann correspond à l'ouest un synclinal faillé en son milieu, occupé par la labradorite λ_2 et qui disparaît sous la plaine d'alluvions de Iang-tsong et ensuite sous les eaux du lac.

Un pli anticlinal borde ce synclinal à l'O. correspondant au relèvement des couches du flanc ouest du synclinal ; le noyau de l'anticlinal qui est aussi un brachyanticlinal très allongé, dirigé N. N. E., à plongements périphériques dans la direction du Lo-tchang-chann, est occupé par le Cambrien argilo-gréseux s_1a. Les couches sont fortement relevées et à l'ouest de Tso-houéi-yin, elles offrent une tendance au déversement vers le N. O. Mais cette tendance exceptionnelle dans les plis de la région est locale et en avançant vers le N. N. E. le pli très resserré devient vertical. A la moitié de la longueur du lac de Iang-tsong, ce pli anticlinal vient y disparaître, coupé nettement par la fosse du lac aux parois abruptes (V. coupes A et B fig. 106 atlas).

Un synclinal très important, au parcours considérable succède au N. O. à l'anticlinal précédent. Il prend naissance dans le Lo-tchang-chann et se dirige parallèlement aux plis que nous venons de décrire ; formé de Moscovien et d'Ouralien, il court à travers la chaîne du Téou-po-chann pour aboutir à l'est de

Chouéi-tang contre la fracture du lac de Iang-tsong ; son axe est constamment occupé par les calcaires ouraliens ; de la rive orientale on voit nettement la coupure brusque du synclinal par la fracture du lac, les couches calcaires dessinant nettement leur trajet sur la côte occidentale abrupte ; les figures A, B, C et D montrent comment le synclinal très redressé et complet vers la hauteur de l'extrémité méridionale du lac, se rapproche peu à peu de celui-ci en se biseautant contre la fosse ; à la hauteur de la mine de Lao-wa-tong presque tout le flanc oriental du synclinal a disparu dans l'effondrement du lac ; vers l'extrémité septentrionale l'axe du synclinal non seulement y est supprimé à son tour, mais même une partie du flanc normal ouest.

Ainsi, il y a ici répétition de ce que nous avons observé d'une façon générale ailleurs ; les plis de cette région sont régulièrement coupés en biseau, soit par la faille de Pai-le-tsen, soit par la fosse du lac de Iang-tsong et cette structure se poursuivra dans tout le Yun-nan oriental.

A l'ouest du lac de Iang-tsong, une faille nouvelle parallèle ou presque, à la direction des plis, interrompt de ce côté aussi le synclinal.

La Carte géologique au 1 '200.000 montre ces complications ; j'ai cherché à les mettre bien en lumière dans le petit carton fig. 105 (atlas) représentant les environs du lac de Iang-tsong.

Anticlinal du Ta-ing-chann. — Le pli synclinal d'entre Chouéi-tang et le lac de Iang-tsong est coupé à l'ouest comme le montrent la carte et les coupes B, C, D de la fig. 106 (atlas) par une faille qui borde au delà de l'extrémité nord du lac, la haute chaîne du Ta-ing-chann (3.000 m. environ) dirigée N. N. E. et qui surplombe ainsi une région complètement affaissée à l'est, prolongeant la dépression. Dans la région de Chouéi-tang, le Ta-ing-chann ne s'est pas encore individualisé en tant que chaînon montagneux ; une bande cambrienne très plissée est mise en contact avec le synclinal de Moscovien et d'Ouralien à l'est de Chouéi-tang (fig. 106 atlas) ; mais au nord de cette localité, la faille qui sépare cette bande cambrienne du synclinal vient presque se confondre avec la grande faille du lac et une dénivellation énorme se produit brusquement laissant vers l'est une pente abrupte et haute de 1.000 m. environ ; la chaîne du Ta-ing-chann prend alors naissance. Dans le panorama que j'ai représenté (planche II), cette dénivellation qui a donné naissance à cette chaîne se saisit de suite. Vers le N. N. E. le Cambrien du Ta-ing-chann se montre nettement plissé en anticlinal pourvu d'accidents secondaires, très disloqué, mais gardant maigré cela l'allure d'un anticlinal à retombées normales. Vers le N. N. E. le Cambrien s'enfouit sous une série carbonifère régulière avec plongement périphérique à l'extrémité du pli qui se comporte donc aussi comme un brachyanticlinal. A l'ouest une autre faille importante biseaute l'anticlinal comme le montre nettement la Carte géologique. L'axe anticlinal du Ta-ing-chann se trouve donc compris entre deux importantes fractures.

δ. — **Plissements de la région d'Eul-long-si-chou et de Cheu-tze-'ho :** Vers le N.N.O. l'axe anticlinal du Ta-ing-chann se décompose en une série de plis, en même temps qu'un déversement accusé se dessine vers le S. E. ou l'E. S. E. Mais dans ces plis le Cambrien ne reparaît plus, et seuls les dépôts carbonifériens moyens et supérieurs affleurent dans une série de plis parallèles formant à hauteur du col de Si-yang-tang de véritables isoclinaux dont l'axe est occupé par la labradorite λ_2. La figure 102 de l'atlas montre comment cette zone de plis formés de termes carbonifères vient en contact, par l'intermédiaire de la faille d'Eul-long-si-chou, qui est elle-même un prolongement de la grande fracture des lacs, avec le Cambrien de la région du Pai-long-chann.

Vers l'est le Cambrien s'étend largement en formant de hauts chaînons arrondis, séparés par des vallées extrêmement profondes, au thalweg étroit à pente raide ; il est extrêmement plissé, et rempli de dislocations innombrables à court trajet ; la fracture d'Eul-long-si-chou a abaissé le Carboniférien au niveau du Cambrien ; à Eul-long-si-chou, c'est le Dinantien qui bute contre le Cambrien s_1a, tandis qu'au col de Si-yang-tang c'est la partie supérieure du Moscovien qui entre en contact brusque avec l'Ordovicien.

ε. — **Plis de la région de Yun-nan-fou et du haut bassin du Niéou-lang-'ho :** Dans la région de Yun-nan-fou, les plis prennent une amplitude beaucoup plus grande et en même temps plus de régularité et des pendages moins accentués. Une grande faille orientée vers le N. N. E. scinde en deux parties cette région ; elle a donné naissance à la grande dépression du lac de Kouen-yang ; la fig. 119 (atlas) montre le processus de formation de cette dépression par l'effondrement en bloc d'un vaste palier de la pénéplaine

antérieure aux failles du Pliocène supérieur. A l'ouest de cette fracture, que nous appellerons ligne de fracture de Kouen-yang du nom du lac auquel elle a donné naissance, un vaste pli synclinal à pendages modérés vient terminer en falaises les calcaires de son flanc oriental tranché par l'effondrement du lac qui, dans les abrupts du Si-chann a donné naissance à des à-pics élevés du plus bel effet ; ce pli est oblique par rapport à la ligne de fracture du lac qui, comme c'est à peu près la règle au Yun-nan, biseaute le pli. Aux environs de 'Hai-keuou où sont les affleurements de charbon, le Moscovien supérieur affleure au bord du lac, puis se termine rapidement dans la fracture; il est surmonté par l'Ouralien et le Permien inférieur et moyen calcaire qui viennent également tour à tour se faire couper en biseau par la faille. Vers le N. O. le Permien supérieur gréseux occupe l'axe du synclinal dans la région de Ngan-ning. A l'ouest de Yun-nan-fou le pli synclinal se dessine clairement. Des environs de Yun-nan-fou, on voit du reste très bien, le synclinal en question venir aboutir en biseau à la dépression, les lignes tectoniques se dessinant très nettement.

A l'est de Yun-nan-fou s'étend une vaste aire d'affleurements calcaires formant le plateau de Tsi-tien et la région de Pan-chiao ; les plissements y sont assez bien dessinés ; ce sont des mouvements anticlinaux et synclinaux assez réguliers, sans exagération, sans déversement, et c'est grâce à cette relativement faible amplitude des plis et à une érosion médiocre à l'air libre (l'écoulement souterrain se faisant depuis extrêmement longtemps d'une façon définitive et la plupart des vallées étant des vallées mortes) que les terrains inférieurs à la série des calcaires moscoviens supérieurs n'affleurent pas.

Dans la vallée de Pan-chiao se dessine un axe anticlinal important qu'occupent les grès du Moscovien supérieur que M. Leclère avait rapportés au Permien ; cet anticlinal est brusquement interrompu aux environs de Iang-lin par l'importante fracture que nous avons vu au sud couper en biseau la partie occidentale de l'anticlinal du Ta-ing-chann et qui donne ici naissance à la vaste dépression effondrée de Iang-lin ; de sorte que la direction du pli qui est ici à peu près N. E. est recoupée par cette dislocation qui est en ce point presque N. S.

Plis renversés à l'E. S. E. du Yo-liang-chann. — Au delà de la fracture en question s'étend une zone affaissée dans laquelle l'ancien lac quaternaire de Iang-lin, aujourd'hui vidé par le Niéou-lang-'ho et réduit en partie à de grands marécages, le reste étant cultivé en rizières, a accumulé des sédiments lacustres et fluvio-lacustres ; après une interruption d'une dizaine de kilomètres causée par la dépression, on voit reparaître l'axe anticlinal moscovien formé par la série des grès h,b ; mais ici, il est fortement renversé vers le S. E. et accompagné de dislocations importantes. La fig. 107 (atlas) qui représente une coupe perspective de la partie orientale du Kia-li-tang ou bassin de Iang-lin montre comment ce pli et le synclinal qui le relaie au N. O. émergent du manteau d'alluvions et de marais.

J'ai donné dans la fig. 108 de l'atlas, quatre coupes parallèles prises dans cette région et qui permettent de suivre dans leur trajet les plis qui la constituent ; avant de décrire ces plis, on doit indiquer que parallèlement à la fracture de Iang-lin passe à l'est à quinze kilomètres environ le prolongement de la grande fracture d'Eul-long-si-chou, elle-même prolongement de la fracture des lacs orientaux. A l'est de cette faille c'est uniquement du Cambrien excessivement plissé qui affleure dans le Long-pai-chann et le Yao-ling-chann et cette fracture met ici en contact avec une forte dénivellation ce Cambrien et la série moscovienne, ouralienne et permienne qui forme les plis que nous allons décrire, ces derniers étant par suite de leur orientation normale voisine de N. N. E. coupés en biseau à la fois à l'est et à l'ouest par les deux grandes fractures qui les interrompent.

L'ensemble du chaînon montagneux placé entre la dépression de Iang-lin et les dépressions étroites et allongées de Sin-kai-tseu et de Siun-tien-tchéou est un des exemples intéressants de la complication des rapports entre la structure orographique et la structure tectonique au Yun-nan ; l'importante dénivellation causée par les deux fractures parallèles provoque la formation d'un ensemble montagneux allongé N. S. dans lequel la direction générale est N. S., mais dans ce massif la direction des plissements est à peu près N. N. E. Ils sont donc obliques par rapport à la direction générale du massif ; mais au point de vue orographique un nouvel élément de complication apparaît : une série de crêtes parallèles aux plissements et sculptées à la faveur des torrents guidés par les directions d'érosion plus faciles dans le sens de l'allongement des plis, décomposent la masse montagneuse principale en arêtes N. N. E.. Si l'on analyse les choses au fond, la véritable direction orographique est aussi bien donnée par les grandes fractures, qui

ont permis la formation des grandes vallées, que par les orientations des plis ; il suffit dans le cas qui nous occupe et que nous avons déjà du reste examiné page 38 de se rendre compte que l'importante rivière du Niéou-lang-'ho emprunte tantôt une vallée de fracture qui le fait couler du S. au N. tantôt une vallée parallèle aux plis. Il y a donc superposition *de deux directions montagneuses* due à la superposition de deux mouvements tectoniques d'ordre très différent : les plissements d'abord, les grandes fractures ensuite.

Ceci posé, examinons pour elle-même la structure de la zone plissée qui s'étend au sud-est du bassin de lang-lin dans la région du Fong-wou-chann.

Coupe passant par Ma-fan. — Nous retrouvons ici la prolongation des plissements que nous avons décrits dans la région de Cheu-tze-'ho et qui prolongent l'axe anticlinal du Ta-ing-chann par décomposition de son axe en axes secondaires ; ces axes passent à l'est du bassin de lang-lin en subissant de fortes dislocations. La coupe A de la fig. 108 (atlas) passant par le village de Ma-fan, montre la structure suivante : à l'est de la fracture des lacs, que nous appellerons ici fracture de Siun-tien pour préciser, du nom de la grande dépression linéaire à laquelle elle donne naissance, le Cambrien très plissé en plis étroits à charnières aiguës bute contre la faille ; à l'ouest de celle-ci apparaît un synclinal très disloqué dans lequel les calcaires permiens r_1 très disloqués et décomposés comme le montre la coupe en plis secondaires accentués et contournés supportent une grosse série de labradorites et de tufs λ_2 formant synclinal ; à l'ouest ce synclinal se renverse peu à peu vers le S. E. et un brusque plan d'étirement amène près de Ma-fan l'énorme série des grès rouges h,b moscoviens à reposer sur le flanc renversé du synclinal.

Coupe par le sommet du Yo-liang-chann. — Comme le montre la coupe B de la fig. 108 (atlas) le pli vient se terminer en biseau contre la faille de Siun-tien, le contact s'établissant toujours avec le Cambrien plissé ; le Niéou-lang-'ho a frayé ici sa vallée dans l'axe anticlinal des grès qu'il a déblayés.

Le flanc sud-est de l'anticlinal est supprimé, ce pli renversé vers le S. E. offrant en effet son axe de grès rouges moscoviens h,b poussé par faille sur les labradorites permiennes ; son flanc nord-ouest est formé par une série régulière de Moscovien calcaire, d'Ouralien également calcaire formant l'escarpement de la crête du Yo-liang-chann qui surplombe si pittoresquement la belle vallée du Niéou-lang-'ho. La perspective fig. 107 (atlas) montre nettement l'allure de l'anticlinal renversé du Yo-liang-chann.

Un synclinal au flanc N. O. renversé, dont l'axe est occupé par les labradorites λ_2 succède au N. O. à l'anticlinal ; comme lui, puisqu'il traverse en biseau la masse laissée en saillie par les deux fractures de lang-lin et de Siun-tien, il se trouve interrompu brusquement par ces deux lignes de discontinuité. Très en arrière une écaille de Cambrien vivement plissé chevauche ces dislocations ; je reviendrai sur ce point.

Si nous suivons vers le N. N. E. l'axe synclinal du massif du Yo-liang-chann, nous le voyons dans les coupes C et D. de la fig. 108 (atlas) se rapprocher de plus en plus de la vallée fracture du Niéou-lang-'ho au nord de Sin-kai-tseu et chaque horizon du flanc normal est disparaître successivement à l'ouest de la faille contre elle, tandis que le côté oriental de la vallée est occupé par le Cambrien plissé du Yao-ling-chann. Dans la coupe D, nous remarquons en outre que du côté est de la faille de Siun-tien-tchéou un pli-faille pousse avec étirement une écaille dinantienne plissée en synclinal, sur le Cambrien plissé (fig. 17 et coupe D, fig. 108 atlas) ; vers l'extrémité nord de la plaine de Sin-kai-tseu le pli-faille en question vient se heurter contre la faille de Siun-tien.

Si nous recherchons maintenant ce que devient le synclinal du Yo-liang-chann plus au nord encore, dans la région de Siun-tien-tchéou, nous voyons l'axe du synclinal occupé par les labradorites λ_2, excessivement puissantes ici, venir disparaître à son tour le long de la grande dépression faillée de Siun-tien, et en arrière le flanc renversé vers le S. E. du pli aboutir à son tour contre la faille près de Siun-tien, mais ici la dénivellation occasionnée par la grande fracture N. S. n'est pas extrêmement forte et le même synclinal reparaît à l'est de la fracture dans le haut massif du Fong-wou-chann ; les directions orographiques coincident ici avec la direction tectonique, l'interruption du synclinal par la dépression fracturée permet d'en observer une coupe excellente (fig. 109 atlas) ; de Siun-tien, on peut dessiner le vaste recourbement des assises permiennes ployées en synclinal couché vers le S. E. et auquel correspond au N. O. un anticlinal renversé sur ce synclinal ; j'ai déjà décrit en détails la stratigraphie de cette région. L'axe du synclinal du Fong-wou-chann se poursuit longuement vers le N. E., la vallée du Niéou-lang-'ho s'aligne parallèlement, le fleuve quittant la dépression faillée de Siun-tien-tchéou à hauteur de cette ville pour s'engager dans une direction coincidant avec l'orientation des plis.

3°. — ZONE DES PLIS AU NORD DE YUN-NAN-FOU ET DE SIUN-TIEN-TCHÉOU

Nous abordons ici une zone de plis parallèles, où les refoulements se montrent souvent intenses, où le dévers vers le sud-est est général ; ces plis se dessinent nettement sur la Carte géologique par la simple direction des bandes de terrain ; mais la continuité de ces plissements est interrompue par les prolongements des grandes fractures de Iang-lin et de Siun-tien-tchéou et de longs contacts anormaux qui sont des plans de charriage et d'étirement compliquent beaucoup la situation. Cette zone de plis couchés est largement chevauchée dans la région du Fleuve Bleu par la grande nappe provenant du charriage de l'extrémité méridionale du Leang-wang-chann (1) sur les plis de l'arc yunnanais.

Comme il est impossible de la décrire d'une seule pièce, on peut chercher à la subdiviser grâce aux grands contacts anormaux parallèles aux plis.

Plissements au sud-est du contact anormal passant par Ma-la-ly, Kin-gnia-tsuen et Siao-long-tan. — Dans cette vaste région qui s'étend entre Yun-nan-fou et le haut Fleuve Bleu la structure générale des aires de plissements rappelle ce que nous avons observé dans la région méridionale : des zones successives sont bordées chacune au sud-est par une bande de plis extrêmement accentués et en mêmes temps l'aire plissée qui s'étend en arrière est poussée en bloc sur la zone de plissements parallèles qui lui fait suite au sud-est. Un de ces grands contacts anormaux prend naissance au nord de Yun-nan-fou, passe par Ma-la-ly au sud du groupe montagneux que les Chinois désignent sur le nom de Pou-tcho-chann avec une direction N. E., puis à l'ouest du Kouo-ma-chann remonte vers le N. N. E. jusqu'à sa rencontre avec le Tchang-hi-'ho et au delà traverse avec une direction N. E. l'énorme ligne de séparation du Liou-chou-'ho et du Tchang-hi-'ho, haute de 3500$^{m.}$ environ dont les crêtes escarpées forment le Kong-chann. On suit ainsi cette ligne de dislocation sur une largeur de 130 K$^{m.}$ environ.

D'abord entre cette ligne de contacts anormaux et la zone de plis précédemment étudiée on voit, au nord de Yun-nan-fou se dessiner sur la carte une série de plis parallèles dans laquelle les axes des synclinaux sont occupés par la labradorite λ_2, tandis que les anticlinaux sont généralement formés par le calcaire carbonifère, mais un peu plus au nord, aux environs de Tse-men-long, l'ensemble des terrains se relève, et c'est le Moscovien gréseux h,b qui affleure dans les voûtes anticlinales démantelées ; au nord de Tse-men-long ce sont des terrains plus inférieurs encore qui apparaissent c'est-à-dire le Silurien supérieur et le Cambrien, l'Ouralien paraissant transgressif directement sur le Silurien.

Ces plissements forment de très longs anticlinaux et synclinaux, étroits par rapport à leur longueur, qui se bifurquent parfois, offrant en somme une structure assez régulière ; la pénéplanation antérieure aux fractures pliocènes les a puissamment décapités. La bande de terrains siluriens qui, d'autre part, est limitrophe du contact anormal interrompant cette zone aux environs de Ma-la-ly est au contraire excessivement plissée, de sorte qu'il y a superposition directe de terrains disloqués antérieurs au Carbonifère et ayant été fortement plissés pendant le Moscovien, et de terrains carbonifériens moins disloqués bien que formant des plissements très marqués.

Mais en progressant vers le N. E., on voit tout ce faisceau de plis subir des dislocations de plus en plus fortes ; d'abord une tendance générale au déversement vers le S. E. se fait sentir de plus en plus. Dans la région du lac Tche-hou-kiang l'ensemble rencontre le prolongement nord de la grande faille du lac de Kia-li-tang ou bassin de Iang-lin ; mais de l'autre côté de cette faille (qui, selon ce qu'on observe généralement au Yun-nan, biseauté les plis, suivant un angle qui est ici d'environ 15°), c'est-à-dire à l'E., la même structure reparaît avec une complication plus grande même.

Pour résumer l'ensemble de cette structure, je donne une coupe prise de la plaine de Siun-tien-tchéou aux environs du Tche-hou-kiang. Elle offre les dislocations suivantes : d'abord, contre la dépression fracturée de Siun-tien, dans la chaîne de hauteurs qui bordent cette dépression linéaire, nous trouvons (fig. 110,

(1) En dehors de la carte.

atlas) le prolongement N. N. E. du synclinal du Yo-liang-chann que nous connaissons déjà ; à ce synclinal correspond au N. E. un anticlinal dans les calcaires ouralo-permiens, mais cet anticlinal qui se déverse fortement au S. E. est brusquement interrompu par une faille derrière laquelle s'étend la large dépression semée de collines de Houéi-so ; l'allure des couches dans cette région montre qu'on est en présence d'un grand anticlinal complètement couché ; le Cambrien qui en forme le noyau étant superposé aux grès ordoviciens à *Bothriolepis* vers l'est, tandis que vers l'ouest, dans les hautes collines qui séparent la dépression de Houéi-so du Tché-hou-kiang, la série redevient normale et les grès ordoviciens reposent normalement sur le Cambrien comme le montre du reste la coupe, détaillée au point de vue stratigraphique, de la fig. 20 (atlas). Le Silurien forme donc un vaste pli couché qui, en somme, n'est que le noyau du pli similaire qui chevauche le synclinal du Yo-liang-chann et c'est l'affaissement oriental qui a scindé ce pli en deux parties, amenant les calcaires ouralo-permiens de la tête du pli en contact avec le Silurien en noyau.

Au N. O. aux collines cambriennes s'élevant constamment en pente assez rapide, mais par une suite de mouvements arrondis, succède brusquement une barre calcaire très abrupte formée de calcaires permiens moyens à *Doliolines* qu'un contact anormal sépare nettement, et avec discordance marquée, des grès ordoviciens à *Bothriolepis*. Ces calcaires appartiennent au flanc normal d'un synclinal étroit, poussé en bloc sur l'anticlinal silurien et fortement renversé vers le S. E. Le déversoir du Tché-hou-kiang qui sort du lac à 'Hai-houéi s'écoule comme je l'ai déjà montré (p. 39) par l'axe de ce synclinal entaillé en gorge très profonde et occupé par les labradorites λ_2.

Structure en écailles dans le bassin supérieur du Tchang-hi-'ho : Au N. O. et au N. du Tche-hou-kiang, c'est-à-dire dans la partie haute du bassin du Tchang-hi-'ho les dislocations atteignent une complication considérable dans les hautes masses du Kong-chann, de l'A-wang-chann et du Kouo-ma-chann où les contacts anormaux se multiplient. Entrer dans la description minutieuse des écailles de charriages qui s'empilent dans cette région m'est impossible et je me contenterai de résumer mes notes et surtout de donner des coupes plus parlantes qu'une description forcément confuse.

Au N. O. du pli synclinal déversé vers le N. O. par où s'échappe le déversoir du Tche-hou-kiang réapparaît le Cambrien excessivement plissé qui forme une large bande, accompagnée également par la masse des grès ordoviciens à *Bothriolepis* puissamment développés dans toute cette région. Toute une série de contacts anormaux parallèles, voisins de la direction N. E. se succèdent ensuite au N. La vallée extrêmement profonde du Tchang-hi-'ho permet heureusement par les énormes surfaces dénudées et les abrupts qu'elle présente sur ses flancs très élevés, de se rendre compte des accidents tectoniques multipliés. Une série d'écailles allongées vers le N. N. E. et qui sont le produit de la rupture de plis couchés à la charnière, se superposent avec un pendage très rapide ; elles sont en général formées de labradorite λ_2 d'Ouralien, de Permien à Doliolines et de Cambrien, les calcaires dessinant des barres escarpées, tandis que les bandes cambriennes sont profondément entaillées par cirques de réception torrentiels aux parois croulantes et d'une grande hauteur.

Les coupes A et B de la fig. 111 (atlas) montrent nettement la structure en écailles de cette région et comment ces écailles sont souvent la conséquence de la rupture de la charnières de plis. Du reste, dans la vallée du Tchang-hi-'ho, on observe de grands plis isoclinaux dans lesquels les étirements ont supprimé parfois simplement une partie du flanc d'un pli ; d'autres ne sont pas affectés de ruptures et sont complets.

Ainsi cette région se présente comme formée d'une série isoclinale dans laquelle l'exagération du mouvement orogénique a provoqué la rupture fréquente en écailles se chevauchant vers le S. E.

Les formations qui ont été affectées par ces dislocations sont souvent très écrasées, surtout les lames cambriennes argilo-gréseuses écrasées entre les masses calcaires permiennes ou les grosses masses de grès cambriens inférieurs s_1 et de grès ordoviciens à *Bothriolepis* qui forment des assises puissantes.

Zone plissée entre le contact anormal par Ma-la-ly et Siao-long-tan et le front de charriage de la nappe du Kin-cha-kiang. — La zone de plis que nous venons de décrire est chevauchée par le long contact anormal signalé précédemment, en arrière duquel apparaît une bande de terrains caractérisée par l'importance des labradorites et basaltes du Permien supérieur, bordée au N. O. par une ligne de dislocations très considérable qui jalonne le front de charriage de la grande nappe du Kiao-ting-chann que traverse le Kin-cha-kiang.

Plissements entre Tien-houé et Lou-lan : Une région de plissements accentués mais sans excès, formant une série d'anticlinaux et de synclinaux à retombées normales, à parcours allongé, se bifurquant parfois, caractérise le pays situé entre Tien-houé et Lou-lan. En partant de cette dernière localité et en se dirigeant vers le N. par la route muletière, on quitte le synclinal de Lou-lan dont l'axe est occupé par les grès rouges permiens.

La carte montre ensuite une succession d'anticlinaux occupés par les grès moscoviens h,b et de synclinaux occupés par les calcaires moscoviens et ouraliens et à la descente sur Cheng-cha, permiens. De Cheng-cha à A-ti-tseu, les labradorites dessinent un vaste synclinal large de 8 km. environ, très peu accentué et accompagné sur son fond d'ondulations peu sensibles.

Plus au N. entre A-ti-tseu et Tien-houé la série calcaire ouralo-permienne reparaît et se plisse en une série d'ondulations prononcées formant des synclinaux et anticlinaux parallèles, sans déversement. Au N. nous allons voir les plis se compliquer tout à coup davantage dans la région de La-ni-tang.

Plis entre Tien-houé et la limite sud de la nappe du Fleuve Bleu : Nous abordons ici une des plus intéressantes parties du Yun-nan oriental au point de vue tectonique.

Poursuivons l'examen de la région au N. de Tien-houé. J'ai indiqué dans la fig. 113 (atlas) la coupe des terrains entre Tien-houé et Tou-mou-nyi. Du manteau calcaire ouralo-permien, plissé aux environs de Tien-houé ainsi que nous venons de l'indiquer et que cela est figuré dans la partie gauche de la fig. 113 (atlas) se dégage l'Ordovicien gréso-marneux entre Tien-houé et La-ni-tang, bien visible le long de la vallée du Pa-tzeu-'ho.

Cet Ordovicien à peu près horizontal entre Tien-houé et le brusque coude à angle droit que décrit tout à coup le Pa-tzeu-'ho près de Jai-kou-chan repose sur le Cambrien qui, aux environs de La-ni-tang, forme une série excessivement épaisse (se reporter à la fig. 18, atlas) avec une direction de pendage générale S. S. E. qui se décompose en réalité en une série de plis en forme de petits monoclinaux.

Au col de La-ni-tang (2.650 m.) se trouve la clef de voûte d'un anticlinal à retombées normales, entièrement formé dans sa partie découverte par le Cambrien ; de l'autre côté du col, c'est-à-dire au N. N. O., l'axe des plis s'infléchissant ici fortement de façon à se rapprocher de la direction O.-E., on redescend sur la retombée cambrienne jusqu'au ravin de Ta-tsouen-tzeu, dont le revers nord montre une épaisse série dinantienne gréso-marneuse reposant sur le flanc N. N. O. de l'anticlinal de La-ni-tang en discordance tectonique, le contact s'établissant ici entre la série gréso-calcaire inférieure géorgienne et le Dinantien, avec suppression de toute la partie supérieure du Cambrien inférieur et de l'Ordovicien. Le Dinantien forme donc une écaille à pendage N. N. O. poussée sur le Cambrien ; en arrière de cette bande dinantienne, une autre écaille parallèle formée de Cambrien la chevauche à son tour, cette lame cambrienne formée par les schistes marneux roses fissiles à *Redlichia chinensis* Walcott, est très plissée sur elle-même. Dans la région de Lao-chou-to cette lame s'enfonce comme le montre la figure 113 (atlas) sous le synclinal à très faible courbure d'entre Tou-mou-nyi à Lao-chou-to, dont l'axe est occupé par l'énorme masse des labradorites, basaltes et tufs subordonnés. Du côté sud le synclinal chevauche la lame cambrienne de Lao-chou-to, mais ce sont les calcaires ouralo-permiens qui sont poussés sur elle, les termes intermédiaires, notamment le Dinantien argilo-gréseux $h_{I\text{-}IV}$ étant supprimé. Au contraire au N. N. O. la série des terrains reparaît complète (en tenant compte bien entendu des lacunes stratigraphiques décrites déjà : V. p. 99) et au synclinal à faible courbure succèdent des plis très accusés, aux pendages proches de la verticale. La fig. 32 de l'atlas montre nettement la structure très plissée de la région de Tou-mou-nyi et de Chou-kou qui, malgré cela, serait relativement simple si les lacunes stratigraphiques ne compliquaient son étude. Les calcaires carbonifériens supérieurs qui forment le synclinal à axe vertical à charnière aiguë entre Tou-mou-nyi et Chou-kou reposent manifestement en transgression sur une zone déjà plissée pendant le Moscovien et fortement érodée avant leur dépôt ; la fig. 32 (atlas) est tellement explicite qu'il paraît inutile de s'étendre davantage sur ce point.

A l'ouest de Chou-kou, derrière la haute barre calcaire s'élevant à 3.600 m. et surplombant le grand ravin de Tou-mou-nyi passe le plan de charriage de l'énorme nappe du Kin-cha-kiang, parallèlement à l'axe des plis que nous étudions.

Disparition des plis précédents sous la nappe du Kin-cha-kiang. — Ceux-ci se dirigent vers le N. E.,

avec tendance à se rapprocher de la direction O. E., mais dans le haut massif du Kiao-ting-chann, ils disparaissent sous la nappe le plan de charriage décrivant ici une courbe dont la concavité est tournée vers le nord.

Plissements dans la région du Wou-long-'ho et du Pou-tché-'ho. — Si nous suivons dans leur course vers le N. E. les plis formés par les termes carbonifériens moyens et supérieurs et permien entre Lou-lan et Tien-houé, nous les verrons s'accentuer davantage, puis se renverser peu à peu vers le S. E. tandis que les axes se redressent peu à peu vers le N. E. Dans la région de Wou-long, le renversement est complet, et en même temps les axes diminuent de nombre et entre Wou-long et Tchang-hi, on n'observe plus qu'un gigantesque synclinal couché, dont l'axe est occupé sur 12 km. de largeur en ligne droite par la formidable accumulation des labradorites et des basaltes du Permien supérieur, accompagnés de tufs abondants, de cinérites et localement de diabases. Il y a là une des plus puissantes séries de labradorites paléozoïques que l'on puisse étudier. Le synclinal offre un flanc renversé N. O. complètement couché. J'en ai observé un bel exemple dans la région de Wou-long, si grandiose par les énormes escarpements de calcaires ouraliens et permiens qui surmontent les vastes pentes sculptées dans les labradorites ; au premier abord, on ressent l'impression que les calcaires sont supérieurs à la masse des labradorites, tandis que c'est l'inverse qui se produit et ces dernières plongent complètement sous les hautes montagnes calcaires ouralo-permiennes du Wou-long-chann. J'ai cherché à démontrer clairement ce fait très important dans la coupe représentée fig. 114 (atlas), dans laquelle, l'impression première serait que les calcaires sont stratigraphiquement supérieurs aux labradorites permiennes, tandis qu'elle est le résultat d'une anomalie tectonique.

Si on suit le contact des calcaires et des labradorites, on observe dans beaucoup d'endroits avec une très grande netteté ce renversement complet des calcaires ouralo-permiens sur les labradorites ; par exemple au col de Tsouen-tien-pô, qui permet de passer de la vallée du Wou-long-'ho dans celle du Pou-tché-'ho ; dans la vallée du Pou-tché-ho, sous le col, des parois abruptes entaillées par des ravins normaux à l'axe des plis montrent ce fait avec toute la clarté désirable. La fig. 115 (atlas) offre une coupe typique à cet égard, prise près du pont qui traverse le Pou-tché-'ho au-dessous du col de Tsouen-tien-pô.

Le flanc renversé de ce vaste synclinal se complique en arrière par l'adjonction de Carboniférien moyen formé de grès, quartzites rouges, arkoses rubanées et poudingues qui, sur une grande longueur, s'enfonce sous la nappe du Kiao-ting-chann, cette bande qui repose sur les calcaires ouraliens à *Fusulina brevicula* en série renversée offre elle-même dans la région du Pou-tché-'ho un accident secondaire la plissant sur elle-même et amenant dans un mince pli couché le Dinantien à former une longue bande d'affleurements argilo-gréseux étroits ; sur le versant O. du Pou-tché-'ho, près du village de ce nom ceci s'observe facilement sur le sentier de Lao-tchang, dans la dure montée entre Pou-tché-'ho et la pagode de Kouan-in. Près de celle-ci, un retour du Dinantien se fait, enfermant les grès moscoviens dans un étroit anticlinal couché ; cette nouvelle bande dinantienne est chevauchée par le contact anormal de la grande nappe du Kiao-ting-chann sous laquelle, elle disparaît par endroits, formant au contraire ailleurs, comme le montre la Carte géologique un mince liséré irrégulier le long du plan de charriage.

Pour la compréhension de la structure compliquée que nous décrivons, il sera bon de se reporter aux grandes coupes figs. 169 et 170 de l'atlas.

Dans la partie inférieure du cours du Liou-chou-'ho, entre la profonde coupure où passe cette rivière et Tong-tchouan-fou, en dehors des failles radiales qui découpent la région, les dislocations restent considérables et prolongent celle que nous venons d'examiner dans la région de Pou-tché-'ho, mais les deux grandes fractures N. S. qui passent à l'ouest de Tong-tchouan-fou interrompent la continuité des plis.

La ligne de contact anormal qui sépare la nappe du Kiao-ting-chann de la zone synclinale qu'elle chevauche se dirige au-delà de Pou-tché-'ho directement vers le nord et passe un peu à l'ouest du confluent du Liou-chou-'ho et du Kin-cha-kiang. A l'est de cette ligne la zone synclinale de la région du Wou-long-'ho et du Pou-tché-'ho se prolonge par Tong-tchouan-fou. Un anticlinal à noyau moscovien gréseux borde ce synclinal à l'est et recoupe obliquement la vallée du Tché-ki-'ho. Ces plis à grande envergure sont peu disloqués.

Ainsi l'ensemble des plis que nous venons de décrire forme un arc de cercle à faible courbure, dans lequel la direction N. E. passe peu à peu au N. N. E. vers Tong-tchouan-fou et au contraire tend à passer à

la direction E. O. au-delà du Pou-tou-'ho (déversoir du lac de Kouen-yang). Ces plis sont largement chevauchés par la nappe du Kiao-ting-chann que nous allons décrire maintenant.

IV. — Zone charriée du Kiao-ting-chann

Il me reste maintenant à examiner la nappe puissante qui chevauche la zone des plis précédents. Elle est délimitée par un important contact anormal qui décrit dans le massif du Kiao-ting-chann une courbe grossièrement concentrique au cours du Fleuve Bleu (ou Kin-cha-kiang, dénomination locale). La trace du plan de charriage passe dans la région du bas Pou-tou-'ho avec une direction transversale à celle de cet affluent du Fleuve Bleu, près du village de Ta-tzeu, puis il s'infléchit vers le S. E. longeant le revers sud-occidental des énormes à-pics calcaires du Kiao-ting-chann ; ensuite il remonte avec une direction N. N. E. puis S. N. le long du Pou-tché-'ho.

On a vu dans la partie stratigraphique de ce mémoire que tout ce qui dans les environs de la vallée du Kin-cha-kiang se trouve enfermé à l'intérieur de cette ligne de contact anormal, est formé par un puissant complexe de phyllades, quartzites, grès écrasés, schistes marneux laminés dans lesquels j'ai pu établir la présence du Cambrien, de l'Ordovicien et probablement du Dinantien et des grès moscoviens. J'ai montré que dans cette région les bouleversements étaient tels et les écrasements si considérables qu'il est inutile de chercher à y établir des divisions très précises et qu'il fallait se borner à y considérer un complexe de terrains et à le pourvoir d'une notation compréhensive.

Tout cet ensemble est intensément plissé, en dehors du charriage qui a poussé cette zone sur les plis méridionaux et la figure 116 (altas) offre le détail des dislocations de la zone charriée entre Lo-suy et Ta-me-chau.

La zone charriée en question est profondément entaillée par des vallées d'une profondeur colossale, d'abord celle du Kin-cha-kiang, puis celles de ses profonds affluents comme le Pou-tou-'ho, de sorte que les plissements peuvent être étudiés facilement sur les gigantesques parois des ravins.

On se rend ainsi compte des prodigieux refoulements qui ont affecté toute cette masse ; j'ai donné comme exemple la figure 19 (atlas) dans laquelle les contournements des couches du complexe cambro-ordovicien-dinantien ont été dessinées d'après nature.

Les plans d'étirement, les plis-failles, sont innombrables dans cette masse et il est inutile de chercher à en faire le détail ; il est à peine utile d'ajouter que la recherche d'axes synclinaux ou anticlinaux serait chose illusoire dans une région qui se présente comme une masse de terrains prodigieusement contournés.

J'ai déjà indiqué que cette énorme masse est surmontée par la puissante série des calcaires ouraliens, et permiens formant le dernier terme de la série stratigraphique et constituant ainsi un complexe plissé d'épaisseur considérable ; ces calcaires sont vigoureusement plissés, mais une discordance qui n'est point due à une lacune d'ordre tectonique récente, mais se rapportant au contraire au mouvement orogénique moscovien indique deux superpositions de plissements, et en dehors de toute considération de charriage, la nappe du Kiao-ting-chann offre les indices d'un premier plissement antérieur au dépôt de l'Ouralien puis les plissements postérieurs ont repris l'ensemble. Il suffit de consulter les figures 19 et 117 de l'atlas pour se rendre compte de ce fait, exprimé également dans les figures 169 et 170 le l'atlas.

C'est cette série de calcaires ouralo-permiens qui, partout dans la région du Fleuve Bleu, donne naissance aux gigantesques escarpements qui surplombent les vertigineuses vallées, se montrant régulièrement comme couronnement du complexe cambro-ordovicien-dinantien ; c'est elle qui constitue la série de remparts énormes qui forme la masse du Kiao-ting-chann, lorsqu'on la contemple du col de Ta-fong-keuou (fig. 16 texte).

Il arrive fréquemment que les calcaires se trouvent par suite d'action tectoniques pincés en lames plus ou moins écrasées dans le complexe gréso-schisteux ; c'est le cas au N. O. du col de Ta-fong-keuou, mais dans ce cas, il est facile de voir que la discordance entre les calcaires du complexe ouralo-permien et le complexe gréso-schisteux inférieur est une discordance franchement d'ordre tectonique.

Les phénomènes d'écrasement s'observent constamment dans toute cette région ; les bancs de calcaire

cambrien par exemple se présentent en général en lentilles dans lesquelles la structure bréchoïde est constante.

Je crois avoir suffisamment indiqué les caractères généraux de cette zone.

Je vais maintenant indiquer de façon rapide comment cette importante région charriée se comporte vis-à-vis de la région sur laquelle elle est poussée.

Coupe dans la vallée du Pou-tou-'ho. — Près du village de Ta-tzeu, le plan de charriage est fortement relevé et s'enfonce rapidement vers le N. La masse du complexe gréso-schisteux et des phyllades cambro-ordovicien-dinantien, fortement plissé et contourné est poussé en masse sur la surface des calcaires ouraliens appartenant aux faisceaux plissés de la région de Tou-mou-nyi. Ces calcaires forment de gigantesques falaises surplombant le Pou-tou-'ho sur la rive droite ; le village de Ta-tzeu installé à 2.130 m. d'altitude sur une étroite corniche surplombant le Pou-tou-'ho (qui porte ici le nom de Ki-tou-'ho) se trouve sur les calcaires, mais il est entouré de placages de lambeaux aux couches contournées appartenant à la base de la nappe et que l'érosion a laissés çà et là ; au-dessous du village et au N. l'ensemble de la masse charriée recouvre définitivement les calcaires de la zone des plis extérieurs à la zone charriée. Cette région est d'un pittoresque et d'une sauvagerie extraordinaires, l'érosion rapide due aux mouvements épéirogéniques récents, a provoqué la sculpture des versants en arêtes aiguës, descendant avec une rapidité considérable vers les thalwegs.

Coupes dans la région du Pou-tché-'ho, aux environs de Ta-me-ti. — Je crois qu'une description aussi détaillée qu'on pourrait la donner n'ajouterait rien aux renseignements que donnent les grandes coupes fig. 169 et 170 (atlas). Elles montrent de façon très claire comment s'effectue le contact de la région charriée et de la zone plissée qui lui fait suite au S. E. et à l'E. et la façon dont la région synclinale du Wou-long-'ho et du Pou-tché-'ho s'enfonce sous elle dans la région de Lao-tchang.

Direction des plis dans la zone charriée du Kiao-ting-chann. — La zone charriée du Kiao-ting-chann est, nous venons de le montrer, entièrement plissée ; mais ces plissements, s'ils sont souvent incohérents dans des points localisés, sont au contraire dirigés d'une façon décisive vers le N. E. Je montrerai plus loin l'importance de ce fait pour la compréhension de la structure générale de la région et de l'origine du mouvement de charriage. Cette orientation générale est très nette pour qui cherche un point de vue élevé ; par exemple, depuis les sommets du Kiao-ting-chann, l'œil voit les alignements calcaires du complexe ouralo-permien de la nappe s'orienter dans cette direction.

COUP D'ŒIL GÉNÉRAL SUR LA DIRECTION ET L'ALLURE DES PLIS AU YUN-NAN

Faisant complètement abstraction du rôle des failles radiales, cherchons maintenant à dégager de cette analyse les grandes lignes d'orientation des plis.

Nous avons vu que des mouvements orogéniques d'âge très différent étaient superposés au Yun-nan oriental ; je ne reviendrai pas sur ces faits exposés en détail antérieurement. Il est difficile, sinon impossible de chercher à séparer les lignes directrices des plissements moscoviens et permiens des directions d'âge himalayen, les mouvements orogéniques de cette phase qui ont été certainement les plus importants se sont simplement superposés à ces derniers en les exagérant.

1° Zone de bordure des massifs anciens du Haut-Tonkin prolongement de l'élément chinois sud-oriental. — Elle comprend uniquement des termes paléozoïques. Serrée entre Mong-tseu et la région de Lao-kay à Ma-li-po, elle offre des plis puissants, énormes isoclinaux, occupant le bassin du Nan-ti, écrasés contre le massif cristallophyllien et primaire du Haut-Tonkin, avec laminages intenses. Les axes tectoniques, pourvus dans le Nan-ti d'une direction N. N. E., s'infléchissent fortement à l'est, au nord de Ma-li-po, moulant ainsi le grand massif tonkinois.

2° Plis de la région triasique sud-orientale. — Les dépôts triasiques forment au sud et à l'est de Mong-tseu une bande orientée N. N. E.-S. S. O. — En se dirigeant vers le Tonkin, la direction générale des plis paraît s'incurver de façon à devenir d'abord N. S., puis S. S. E. et enfin S. E. dans la région de la Rivière

Noire où les dépôts triasiques ont été reconnus. Au contraire, en s'éloignant de Mong-tseu vers le N., la bande de terrains triasiques forme une zone de plis très disloqués qui s'incurvent vers le N. E. Toujours resserrée entre Mien-tien et Mong-tseu, elle se dilate largement vers le N. E., vers le Kwéi-tchéou. Les plis sont très accusés dans cette zone, les plis couchés, les charriages locaux, les failles d'étirement y sont plus fréquents que les plis normaux qui sont l'exception. Le sens du déversement là où la compression du géosynclinal triasique offre son maximum est indifférent (région de Mong-tseu). Il se fait au contraire vers le sud-est, c'est-à-dire dans la direction du massif ancien du Haut-Tonkin, dans la région entre Kwang-si-tchéou et Kai-hoa.

3° Zone paléozoique occidentale. — Cette vaste région qui s'étend largement à l'ouest vers Ta-li-fou, ne contient pas trace de terrains secondaires.

I. — Elle est en contact avec le géosynclinal triasique oriental par une longue ligne de contacts anormaux, surtout failles radiales, s'étendant des environs de Lin-ngan à la région de Mi-leu par Pong-pou ; mais dans la région de 'Hoa-keuou c'est par une zone de charriages que s'effectue ce contact, et on voit se former là une bande de bordure carbonifèrienne excessivement plissée sous laquelle s'enfonce nettement la région triasique. En arrière de cette bande plissée apparaît une zone tranquille où les couches paléozoïques calcaires (Dévonien moyen et supérieur, Ouralien et Permien) sont plissées en grands anticlinaux surbaissés offrant de remarquables plateaux karstiques et dans lesquels parfois la clef de voûte démantelée laisse apparaître du Dinantien en boutonnières.

II. — En arrière, c'est-à-dire à l'ouest s'étend une région de hautes chaînes montagneuses, extrêmement tourmentée que j'ai appelée zone du Tié-tchen-'ho, déjà vivement plissée pendant le Moscovien, reprise par les mouvements orogéniques permiens et enfin puissamment disloquée par les mouvements himalayens qui y ont fait naître d'importants charriages (Région du Wou-tsa-chann). La direction générale est N. N. E., mais au sud, il y a dans la région de Si-wo une incurvation lente tendant à amener les plis dans la direction est-ouest.

III. — En arrière encore, entre la zone des lacs et le haut Fleuve Bleu les mêmes faits se répètent, alternance des zones de plis normaux et de zones violemment plissées, en écailles superposées, les secondes formant la bordure méridionale ou sud-orientale des premières et chaque zone chevauchant en général la zone qui se trouve au sud par des plans de charriage dont la trace forme sur la carte de longs parcours.

Cette large bande de plis, orientée N. N. E. dans la région de Tong-tchouan passe au N. E. au N. de Yun-nan-fou, entre cette ville et le Fleuve Bleu et peu à peu s'incurve vers l'ouest vers Yao-tchéou (1) pour remonter vers le nord-ouest dans la région de Ta-li-fou d'après les observations de Von Loczy et dessinant ainsi au N. du Yun-nan un vaste arc à convexité tournée vers le sud.

4° Masse charriée du haut Fleuve Bleu. — Dans la concavité de l'arc précité, et jalonnant à peu près la boucle du haut Fleuve Bleu, on voit apparaître à l'ouest de Tong-tchouan-fou une puissante zone de charriages dirigée vers le sud, dans le massif aux cotes considérables du Kiao-ting-chann.

Les plis de la troisième zone disparaissent entre Ki-tou et Pou-tché-'ho sous cette masse, énorme complexe de termes paléozoïques.

En résumé comme le montre la coupe schématique fig. 118 (atlas), le Yun-nan oriental entre les massifs du Haut-Tonkin et le haut Fleuve Bleu offre : 1° une bande de terrains paléozoïques plissés moulant les massifs haut-tonkinois, 2° une bande de terrains triasiques formant une zone de plis serrés écrasés dans la région de Mong-tseu entre elle et l'aire paléozoïque occidentale. Cette dernière la chevauche dans la région de Mi-leu, 'Hoa-keuou. Ailleurs, le contact s'établit par fractures 3° Une grande aire paléozoïque occidentale offrant un faisceau de plis N. N. E. dans la région des lacs, s'incurvant peu à peu vers l'ouest, d'une part, puis vers le nord-ouest dans le Yun-nan occidental, en formant une série de bandes plissées qui se chevauchent graduellement vers le sud et le sud-est. Dans la concavité de ce grand arc plissé s'enfonce la vaste masse charriée du haut Fleuve Bleu.

L'ensemble du Yun-nan oriental présente donc, en résumé la structure suivante :

La région a reçu un effort de refoulement gigantesque vers le sud. On peut la décomposer par la

(1) En dehors de la Carte, à l'O. N. O. de Yun-nan-fou.

pensée en une série de zones tectoniques présentant chacune tour à tour une apparence relativement tranquille sauf au voisinage de la zone que la précède immédiatement vers le sud et où se sont produits des chevauchements considérables.

La poussée a été particulièrement forte dans la région du Fleuve Bleu où nous voyons le massif énorme du Kiao-ting-chann extrêmement écrasé qui paraît avoir été entraîné d'un seul bloc sur les terrains sous-jacents.

L'état de dislocation intense dans lequel se trouve cette masse laisse supposer qu'elle a été elle-même laminée par le déplacement relatif des monts du Yung-ling chann, (prolongement sud du Kouen-lun) qui auraient agi à la façon des Dinarides sur les Alpes.

Dans cette vue hypothétique, le Kiao-ting-chann représenterait pour nous les nappes alpines, la plus grande partie du Yun-nan oriental serait l'homologue du Vorland alpin, mais d'un Vorland qui aurait subi lui-même un mouvement de poussée très intense.

RELATIONS DES PLIS YUNNANAIS AVEC LES FAISCEAUX ASIATIQUES ENVIRONNANTS.

Pour comprendre cette structure générale de l'architecture yunnanaise antérieurement à la période de formation des grandes fractures, il est nécessaire de rechercher comment les faisceaux plissés yunnanais se comportent vis-à-vis de ceux qui forment les directrices tectoniques dans les régions asiatiques environnantes.

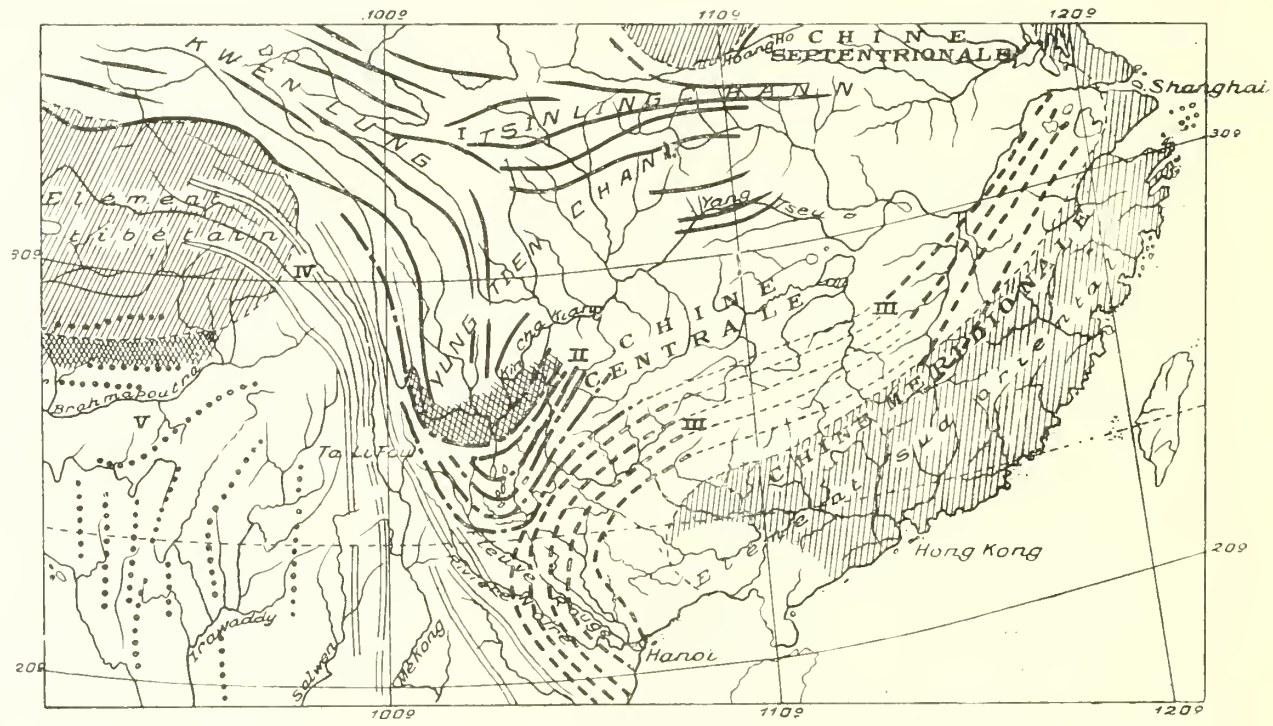


FIG. 15. — Allure générale des directrices de plissements dans la Chine méridionale.

I. — Faisceau Sino-annamitique. — Nous avons montré précédemment que les plis de la zone de bordure des grands massifs tonkinois, dirigés presque N. S. dans le Nan-ti près de la frontière du Tonkin et du Yun-nan méridional s'infléchissent progressivement vers le S. S. E. puis vers le S. E. direction qu'ils prennent définitivement dans la région du Fleuve Rouge et de la Rivière Noire.

Si on recherche ensuite ce que deviennent en allant vers l'est les plis formant le groupe en question, nous les voyons s'infléchir vers le N. E. direction qui se prolonge très au delà, vers l'extrémité orientale de la Chine méridionale où, dans la région de Shang-hai et au sud de Han-keuou, les directrices offrent une direction constante N. E.-S. O. dans le Kiang-si.

J'appelle *faisceau sino-annamitique* ce groupe de plis qui, venant ainsi avec une direction N. E.-S. O. du bas Yang-tseu par le Kiang-si, passe au Yun-nan par le nord du Kwang-si et la partie méridionale du Kwéi-tchéou, circonscrit la région cristallophyllienne et primaire du Haut-Tonkin par une large virgation, traverse le Fleuve Rouge presque normalement, puis très rapidement s'incurve au S. E. dans la région de la Rivière Noire et du Nord-Annam. Dans la carte fig. 15 (texte) ci-jointe cette vaste virgation est clairement indiquée.

II. — Arc yunnanais. — Les plis de la zone paléozoïque occidentale se comportent au Yun-nan de façon très différente. Pourvus dans la région de Tchong-king sur le haut Yang-tseu d'une direction N. N. E. de même que dans le Kwéi-tchéou, ils descendent dans la partie septentrionale de Yun-nan oriental avec une direction N. N. E.-S. S. O. dans la région de Tong-tchouan-fou, puis, au sud de la boucle du Fleuve Bleu, ils s'incurvent lentement à travers tout le Yun-nan deviennent E.O. et se relèvent dans la partie occidentale de cette province, passent au S. O. dans la région de Ta-li-fou et remontent ensuite parallèlement au cours du haut Fleuve Bleu, dans son parcours tibétain. J'appelle *arc yunnanais* cette vaste virgation de plis. Ce faisceau de plis est coalescent avec la partie orientale de l'arc sino-annamitique dans la partie méridionale du Yun-nan tandis qu'à l'ouest, comme l'indique le carton fig. 15 (texte) les deux faisceaux de plis s'éloignent en sens inverse, l'un le faisceau sino-annamitique se dirigeant vers le Tonkin et le Nord-Annam, c'est-à-dire vers le S. E. l'autre, le faisceau yunnanais remontant vers le N. O. Les deux faisceaux forment ainsi une accolade, la réunion des deux branches de l'accolade s'accomplissant dans la région du Fleuve Rouge à l'ouest de Lin-ngan.

M. Lantenois avait remarqué déjà une « tendance à l'incurvation des plis » au Yun-nan ; je cite : « j'ai observé sur le plateau du Yun-nan une direction nord-sud avec tendance à l'incurvation vers le sud-ouest, lorsqu'on avance du nord au sud et de l'est à l'ouest. Dans la vallée du Fleuve Rouge la direction des plis est nord-ouest. — Il semble donc qu'il y ait une grande incurvation, et il est remarquable que le même fait (dont la signification m'échappe) se reproduise au Tonkin ».

Nous sommes maintenant en mesure de donner l'explication de cette incurvation.

III. — Faisceau du Mé-kong. — A l'ouest de l'accolade formée par les branches occidentales des faisceaux yunnanais et sino-annamite un autre faisceau de plis que j'appelle faisceau du Mé-kong est très net. — A l'ouest de la branche du faisceau yunnanais montant vers le N. O. un faisceau de plis parallèles borde ce dernier. A la hauteur de Ta-li-fou ce faisceau orienté grossièrement S. S. E. se détache nettement de la branche ouest de l'arc yunnanais, et tandis qu'une partie des directrices s'incurve vers l'est pour former ce dernier, les axes de plis plus orientaux, parallèlement auxquels coule le Mé-kong continuent leur course vers le S. S. E. J'ai distingué sur ma carte fig. 15 (texte) par un figuré différent ces divers faisceaux afin de les faire nettement ressortir.

IV. — Zone de charriage du haut Fleuve Bleu. — Pénétrant comme un coin dans l'arc yunnanais nous observons enfin une zone de charriage, bien nette dans le Yun-nan oriental, qui, suivant les observations de Von Loczy, se retrouve le long du cours N. N. O. — S. S. O. du Fleuve Bleu. Cet auteur a indiqué (in Szechenyi, p. 739) que le Trias de Tchong-tien, Trias moyen à *Myophories* à facies germanique, est recouvert par les calcaires carbonifériens. — Von Loczy avait admis ainsi l'existence d'une zone de charriage le long du cours du Fleuve Bleu dans la région de Tchong-tien, ceci établit un lien étroit avec nos observations personnelles (1).

(1) Dans la petite carte que je donne fig. 15 (texte) j'ai tracé les axes des plis en Chine d'après mes observations dans la région étudiée par moi, et pour les autres parties je me suis servi de la carte de Bailey Willis: Continental structure of Asia, planche 8 du deuxième volume de *Research in China*, *Systématic Geology*. On remarquera que pour la région avoisinant la boucle de Fleuve Bleu et la région tonkinoise nous avons complété la carte de Bailey Willis qui porte peu d'indications.

RÔLE DES ÉLÉMENTS CONTINENTAUX

C'est ici que dans l'explication de l'allure de ces faisceaux apparaît avec une importance particulière l'obligation de recourir à l'hypothèse des éléments continentaux en Asie émise par Bailey Willis dans sa remarquable analyse de l'Asie. On sait qu'il a distingué un élément sibérien, un élément mongolien, un élément tibétain et un élément chinois sud-oriental, sans préjudice du Gondwana, « éléments which have shown a decided tendancy to stand high », séparés par des « Méditerranées » telles que les Tethys septentrionale et orientale.

Dans la région qui nous occupe, seuls les éléments chinois sud-oriental et tibétain doivent retenir notre attention. Si nous considérons d'abord le faisceau sino-annamite, nous voyons qu'il moule exactement l'élément chinois sud-oriental contre lequel il est fortement comprimé ; ceci est si net qu'il est inutile d'y insister.

Plus compliquée est la genèse de la formation de l'arc yunnanais. — On remarquera d'abord que dans la concavité de ce grand arc tourné vers le sud et formé de plis déversés vers le sud ou le sud-est dans le Yun-nan oriental et même accompagnés de charriage, pénètrent des directrices N. S. formant la grande masse du Yung-ling-chann, de sorte que ces lignes de plissement ne concordent pas avec celle de l'arc yunnanais contre lequel elles viennent brusquement se terminer dans la partie méridionale de la boucle du Fleuve Bleu en arrière de la zone charriée qui entoure au sud l'extrémité méridionale de ces plis nord sud.

Or, une carte d'ensemble des « leitlinien » de Chine nous montre que le Yung-ling-chann, la grande masse des Alpes tibétaines représente un rameau du Kwen-lung, rameau enveloppant l'extrémité orientale de l'élément tibétain continental. Nous reportant à l'histoire du Kwen-lung, nous rappellerons que la Téthys septentrionale s'est fermée et comblée de plis qui ont constitué l'ossature de cette chaîne puissante à la fin des temps carbonifères ; donc si nous admettons avec Bailey Willis l'existence d'un élément tibétain permanent (1), nous verrons les plissements de l'époque du passage du Permien aux temps mésozoïques mouler la partie orientale de cet élément continental et par suite s'infléchir dans les Alpes tibétaines actuelles avec une direction N. S. Un simple coup d'œil sur la carte fig. 15 (texte) montre cela.

Ceci posé, les plis du Yung-ling-chann doivent être considérés comme d'un âge différent de ceux de l'arc yunnanais dont les directrices définitives se sont dessinées lors de la phase himalayenne, et de là vient la différence complète qui existe entre l'allure des plis du Yung-ling-chann et celle des plissements yunnanais. Dès lors, le mécanisme de la production de la zone de charriage du Fleuve Bleu et la formation de l'arc yunnanais s'éclairent : *lors des mouvements tertiaires, caractérisés surtout par des mouvements de charriages la masse tibétaine*, comme cela est bien démontré maintenant, *a été charriée sur la Tethys méridionale* ; or, les Alpes tibétaines, le Yung-ling-chann plissé avec le Kwen-lung à la fin des temps paléozoïques et orienté N. S. a été entraîné dans le mouvement général de la région tibétaine contre laquelle, il était moulé, de sorte que ses axes de plissement N. S. ont refoulé devant eux l'arc yunnanais dans lequel, ils pénètrent ; les charriages de la région du Fleuve Bleu sont donc le résultat de l'avancée vers le sud en bloc du Yung-ling-chann, des Alpes tibétaines poussées sur le Yun-nan, et le phénomène est exactement du même ordre, et du reste appartient à la même phase que la poussée du Tibet sur l'Himalaya.

(1) A ce sujet Bailey Willis expose ainsi sa conception, très exacte selon toutes probabilités, d'un élément continental tibétain : « An apparent continental element which is involved in the mystery that the Tibetan people have thrown over their country is that of the elevated plateau of Tibet. On the north it is bounded by the Kuen-lung system, the zone of the northern Tethys, in which Paleozoic sediments accumulated to notable thickness. On the east are the folds of the Yung-ling, the Alps of Tibet, trending north-south, and the depression of Ssï-chuan, which has been low since Cambrian or Precambrian time. On the south is the Himalaya range, the zone of the southern Tethys, which remained a depressed region till well into the Tertiary. It adjoins the northern Tethys about the western side of the high plateaus. Tibet is thus surrounded by zones which are or, prior to folding, were zones of great depression ; and which exhibit axial trends that conform to its contours as to that of on element which has stood high during critical periods. — The evidence that it is such an element is sound, as far as it goes ; it could only be offset by the presence of thick masses of sediments in the plateau, and of their existence there is no proof. The presumption is that older strata are wanting beneath the Jurassic and Cretaceous. Hence, I conclude that the Tibetan plateau region is a continental element which has always tended to stand high. (*Research in China* vol. II. pag. 120).

Il est entendu que cette expression « poussée du Yung-ling vers la région yunnanaise » ne doit pas être prise dans un sens absolu, car absolument comme Bailey Willis admet dans le cas de l'Himalaya, il a pu y avoir aussi bien *overthrust* que *underthrust* et même que les deux mouvements peuvent s'être produits simultanément, j'admets également que dans le cas des rapports de la zone des plis du Yun-ling-chann et du Yun-nan, la poussée a pu aussi bien venir du sud et qu'il a pu se produire aussi bien *underthrust* que *overthrust*, si l'on admet par exemple que le Yun-ling n'ayant subi aucun déplacement c'est l'élément chinois sud oriental qui s'est déplacé vers le nord.

CONSÉQUENCE DE L'ORIENTATION DES LIGNES DE PLISSEMENT DU YUN-NAN

Une conséquence importante au point de vue géographique découle immédiatement de cette structure générale de la région yunnanaise : c'est l'allure prise par les grands fleuves coulant à travers la région comprise entre le Yung-ling et la Birmanie parallèlement aux plis ; je veux parler de la Salwen, du Mé-kong et du Yang-tseu dans son cours supérieur. Ces grands fleuves sont parallèles comme on le sait, entre le 30e et le 25e parallèle et suivant le méridien 100°. Or, à la hauteur du 25e parallèle le haut Yang-tseu qui porte ici le nom de Kin-cha-kiang décrit sa fameuse boucle dont l'origine a déjà été discutée et du reste jamais expliquée d'une façon satisfaisante. A ce sujet Bailey Willis écrit :

« Toward the west and south the great ranges of the Tibetan Alpes are bounded apparently by the broad plateau, which is deeply incised by the canyons of the upper Yang-tzi and the Me-kong and their several branches. The parallelism of these great rivers west of the one hundredth meridian may be an effect of unknown tectonic lines, but it is with equal reason explicable as the growth of autogenous canyons on a uniform slope. The meanders of the Yang-tsi in latitude 25° north may be attributed to capture across a fault scarp » (page 112).

L'allure de ces grands fleuves est bien l'effet de lignes tectoniques, mais non plus inconnues ; si suivant l'hypothèse de Bailey Willis l'énorme profondeur de leurs vallées est explicable par le lent approfondissement régulier de canyons, dus, nous le verrons plus loin, aux mouvements épéirogéniques quaternaires, d'autre part leur direction de creusement a été gouvernée par l'allure des plis N. N. E. et N. S. dans le cas de Mé-kong et de la Salwen ; ce sont les plis du faisceau du Mé-kong qui ont dirigé ce dernier vers le sud de la péninsule indochinoise ; et si dans leur cours supérieur la Salwen, le Mé-kong et le haut Yang-tseu coulent parallèles, c'est qu'en ce point le faisceau du Mé-kong et la branche ouest de l'arc yunnanais sont parallèles aussi ; mais lorsque le faisceau yunnanais s'incurve vers le sud sous la poussée du Yung-ling,le haut Yang-tseu quitte ses congénères qui,eux,continuent leur trajet vers le sud et s'incurve lui aussi avec les plis du faisceau yunnanais, puis il remonte vers le N. E. avec la branche orientale de ce dernier. — *La fameuse boucle du haut Yang-tseu est donc réglée par l'arc yunnanais*, le fleuve ayant dû se soumettre à la direction des plissements ; il était du reste impérieusement dirigé par deux puissantes influences : d'une part la difficulté de traverser le Yung-ling-chann aux plis N. S. le guidait à contourner cet accident, mais arrivé à l'extrémité de celui-ci, il était rejeté vers l'est, puis vers le N. E. par les directrices des plis yunnanais.

Le réseau des fractures dans le Yun-nan oriental

Les plissements et les charriages ne sont pas les seuls mouvements tectoniques qui aient affecté la région qui nous occupe et postérieurement à la phase orogénique himalayenne de grandes fractures ont découpé la région yunnanaise. — Antérieurement à cette phase de dislocation une longue période de repos avait permis à l'érosion à la suite des mouvements orogéniques himalayens de raboter fortement la région yunnanaise et vers le début du Pliocène supérieur, selon toutes probabilités, l'ensemble de la région

avait été déjà très fortement arasé, puis à la suite d'un mouvement de soulèvement l'érosion assez prolongée avait pu, dans cette surface, modeler des vallées larges ; nous reviendrons sur ce fait dans l'étude des cycles d'érosion.

C'est alors que se produit un mouvement général de dislocation caractérisé par la production de grandes fractures radiales qui amènent un changement complet dans la structure générale du Yun-nan oriental ; ces fractures provoquent comme le montrent avec la plus évidente clarté la Carte géologique et la Carte tectonique la formation de longs compartiments effondrés dans lesquels se produisent de longues fosses que viennent occuper les eaux ; c'est la formation des grands lacs, si remarquablement alignés. Le nombre des fosses lacustres alignées a été infiniment plus considérable pendant le Quaternaire (fig. 177, atlas) et actuellement un grand nombre d'entre eux ont été vidés par suite de captures lors de l'établissement définitif du réseau hydrographique actuel, tandis qu'un certain nombre d'entre eux, les plus profonds, ont pu conserver une superficie considérable.

Rien de plus caractéristique que ces lacs aux parois rectilignes, abruptes, qui tranchent par leur brusque dépression les axes des plis qui leur sont obliques. La Carte géologique parle vivement aux yeux à cet égard.

J'ai déjà montré dans l'étude des dépôts lacustres comment ces dépressions ont vu se former des accumulations de sédiments lacustres pendant le Pliocène supérieur, consécutivement à leur formation, et plus tard des dépôts fluvio-lacustres. Je reprendrai ces données, en les développant, dans l'étude des cycles d'érosion ; pour l'instant, je décrirai le réseau de fracture yunnanais pour lui-même.

Direction des fractures. — Dans son ensemble, le réseau de fractures yunnanais offre deux directions générales, l'une voisine de la direction nord-sud se rapproche de celle des plis en s'infléchissant par moments entre N. S. et N. N. E.-S. S. O. Vers la partie sud-orientale du Yun-nan, dans la région du Pata-'ho, les fractures qui bordent la région triasique tendent à prendre une direction franchement N. E.-S. O. tandis que les grands dislocations intermédiaires, comme celle d'A-mi-tchéou à Tou-tza par Pong-pou et Mi-leu se montrent franchement orientées vers le N. N. E. Un autre réseau de fractures se montre bien développé dans la région méridionale, si il apparaît à peu près parallèle au Fleuve Rouge. Dans la région de Mong-tseu la rencontre des deux réseaux s'accompagne d'une multiplicité de cassures peu importantes qui découpent la région en une multitude de casiers limités par des cassures.

Réseau des fractures comprises entre les directions N. S. et N. E.-S. O.

Je vais décrire rapidement les principales de ces grandes cassures pour montrer que ce sont bien réellement des fractures, des failles radiales au vrai sens du mot, et non des plis failles. M. Lantenois a très bien reconnu la présence au Yun-nan de cet ordre de dislocations et il a considéré comme fractures indiscutables les deux grandes failles de Lou-nan et de Lan-nin-tsin ; il en a reconnu aussi dans la région de Mong-tseu et il a signalé celle de Kéou-kai au sud de Lin-ngan ; au sujet de leur âge, il s'est exprimé ainsi : «..... je les considère comme faisant partie d'un même système général de dislocations qui se seraient produites à une époque que je ne puis déterminer mais qui est sûrement post-triasique, probablement assez récente, tertiaire sans doute, en tous cas antérieure aux dépôts lacustres qui ont eux-mêmes précédés le creusement des rivières actuelles. — La venue des granites post-triasiques de Ko-tiéou se rattacherait sans doute à ce mouvement ». Sauf la dernière proposition qui est impossible à conserver puisque, en dehors d'autres arguments ces failles recoupant les granites, ceux-ci ne peuvent en être la conséquence, la conception générale de M. Lantenois est juste.

Comment les fractures du réseau N. S. biseautent en général les plis, j'ai trop insisté sur ce point pour m'y arrêter encore.

1° Fracture du lac de Kouen-yang. — La plus occidentale parmi les fractures du réseau N. S. et N. N. E. du Yun-nan oriental est celle qui borde à l'ouest le grand lac de Kouen-yang à l'extrémité nord

duquel se trouve la capitale de la province, Yun-nan-fou. Longue d'environ 100 km. cette faille à peu près rectiligne limite à l'ouest, le lac de Kouen-yang par une ligne presque droite d'escarpements très nets et très pittoresques auxquels appartiennent les hautes falaises du Si-chann formant une muraille presque verticale au-dessus de la nappe du lac. La figure 119 (atlas) montre clairement le mécanisme de la formation de la vaste dépression effondrée lacustre : le compartiment oriental a joué par rapport à la région ouest, en s'effondrant le long cette dernière, en sorte que la faille offre un regard oriental. La dénivellation entre les deux lèvres peut avoir atteint ici selon toutes probabilités la valeur de la hauteur de l'Ouralien et du Permien.

Si la rive ouest de la dépression fracturée du lac de Kouen-yang offre d'une façon générale des rives abruptes, il n'en est pas de même de la rive orientale très peu profonde, de sorte que le bord du lac forme une sorte de plan incliné qui s'exonde lentement à l'est en donnant naissance à des rizières et des marais. Le mouvement d'effondrement qui a donné naissance à cette dépression, a donc été visiblement accompagné d'un mouvement de bascule vers l'ouest.

La fracture de Kouen-yang se prolonge, comme le montre la carte, au sud du lac en continuant l'alignement de la rive occidentale ; sa direction est très voisine de N. S. et inclinée seulement de 5° à 6° sur le méridien vers l'est ; elle biseaute nettement les plis d'entre Kouen-yang et Sin-hin orientés vers le N. E. vers le sud, elle occasionne de nouveau la formation d'un bassin d'assez grande extension, celui de Sin-hin et Pe-tchen, contenant des dépôts pliocènes lacustres et actuellement complètement évacué par les eaux et formant une grande plaine de cultures.

2° Fracture de Iang-lin. — Cette fracture peut être considérée comme appartenant à la zone des cassures des lacs orientaux dont elle est très proche. Longue de 120 km. environ, elle débute dans la vallée du Tchang-hi-'ho au N. de Song-ming-tchéou et descend avec une direction très voisine de N. S., écartée à peine de 5° à 7° en moyenne de cette direction jusqu'à la plaine de Tch'eng-kiang. Je la prendrai à son début près de Tchang-hi. — D'abord, elle coincide à peu près avec la gorge du Tchang-hi-'ho qui a profité manifestement de cette ligne de fracture pour s'ouvrir sa voie vers le Fleuve Bleu. — Jusqu'aux environs de Sio-hai-tzeu, la dénivellation entre les deux lèvres de la fracture est faible ; un peu au N. de Tien-cha, la fracture se coude brusquement et coincide avec l'étroite et profonde gorge au fond de laquelle coule le torrent : le rôle de la faille est ici manifeste ; d'un côté de la gorge la paroi est formée par les calcaires carbonifériens écrasés, tandis que d'autre part, à l'est ce sont les grès argileux du Géorgien ; la fracture biseaute les plis de telle façon que les couches géorgiennes semblent prolonger les couches carbonifériennes ; mais chercher à se rendre compte ici de l'intensité de la dénivellation entre les deux lèvres de la faille serait impossible, car la région est beaucoup trop plissée ; en tous cas, malgré l'apparence, sa valeur n'équivaut pas à celle qui sépare le Géorgien du Carboniférien calcaire, Moscovien supérieur ou Ouralien inférieur.

En remontant la vallée étroite et profonde par Tien-cha, la faille biseaute sans arrêt les plis orientés N. E. Au nord comme au sud de 'Hai-houéi, elle met en contact les grès ordoviciens à *Bothriolepis* avec les calcaires de l'Ouralien supérieur. A Hai-houé la faille donne naissance à une dépression profonde, occupée par le merveilleux lac de Tché-hou-kiang ou Tsin-chouéi-tang, entouré de toutes parts par des abrupts couverts de magnifiques forêts de pins, et dont les eaux limpides vues de haut offrent une couleur émeraude. Très profond, aux rives escarpées, le Tche-hou-kiang allonge sa dépression le long de la fracture dont il est indiscutablement un accident (V. Cartes géologique et tectonique). Bordé à l'ouest par les grès grossiers ordoviciens remplis de débris de Placoïdes, il est limité au contraire à l'est par les labradorites permiennes et les calcaires ouraliens ; comme partout ailleurs, de part et d'autre de la fracture se correspondent les axes des plis allongés vers le N. E. ; mais l'effondrement dû à la faille met bout à bout des terrains très différents.

Au sud du Tché-hou-kiang, la faille se poursuit biseautant sans arrêt les axes de plis N. E. entre l'extrémité N. du lac et la dépression de Iang-lin. — Celle-ci est un ancien fond de lac de grande dimension formé par la fracture qui le borde à l'ouest. — Pendant le Quaternaire les eaux ont complètement rempli cette dépression que le Niéou-lang-'ho, qui s'échappe par une vallée parallèle aux plis à travers le Yao-ling-chann, a complètement épuisée ; l'ancien lac est réduit actuellement à des marais dans les parties mal drainées et en général le fond alluvionnaire est cultivé en rizières. J'ai déjà eu l'occasion de montrer

(page 38) comment les plis viennent aboutir obliquement, suivant la règle, à l'est et à l'ouest contre cette dépression faillée, en décrivant les plis du Yo-liang-chann.

Au-delà de la limite méridionale du bassin de Iang-lin ou Kia-li-tang la faille de Iang-lin se coude vers le S. S. E. et recoupant l'anticlinal du Ta-ing-chann dont elle biseaute les couches du versant occidental en amenant successivement l'Ouralien, puis le Moscovien et enfin le Cambrien de l'axe de l'anticlinal en contact avec les calcaires permiens des hauteurs qui, à l'ouest, limitent la dépression de Yun-nan-fou. La Carte géologique supplée à de plus longues descriptions.

La faille de Iang-lin vient se terminer dans le massif du Lo-tchang-chann contre une fracture N. O.-S. E. qui, aboutissant à l'O. à la dépression faillée de Kouen-yang vient rencontrer à l'est la grande fracture des lacs que nous allons étudier maintenant.

3° Fracture des lacs de Tcheng-kiang et de Iang-tsong et ses annexes. — Nous abordons ici une des grandes cassures maîtresses du Yun-nan oriental, longue de près de 300 km. que j'ai reconnue depuis le Kin-cha-kiang et qui vient aboutir aux environs de Tong-'hai ; peut-être même, vient-elle rencontrer la zone de cassures N. O. du Fleuve Rouge, je n'ai pu m'en assurer.

Cette puissante cassure débute à l'ouest de Tong-tchouan-fou où en réalité, elle est double ; qu'elle provienne du nord avec un déjà long parcours, je ne mets pas cela en doute, mais personnellement je ne l'ai pas suivie au nord du parallèle de Tong-tchouan-fou ; j'ai dit qu'elle était double : en effet, entre Tong-tchouan-fou et le Fleuve Bleu passent deux cassures parallèles rapprochées, orientées N. S. La plus occidentale suit exactement le cours du Kin-cha-kiang dans son trajet N. S. à l'ouest de Tong-tchouan-fou ; le Liou-chou-'ho prolonge nettement près de son confluent avec le Kin-cha-kiang le cours de ce dernier et coincide, selon toute probabilité, lui-même avec cette fracture.

Une fois réunies ces deux failles forment une cassure dirigée vers le sud et dont le Liou-chou-'ho a profité pour gagner le Kin-cha-kiang ; sur 75 km. de longueur, la fracture coupe en biseau les plis dans le Kong-chann, le Fong-wou-chann, puis à hauteur de Siun-tien-tchéou donne naissance à une dépression linéaire allongée N. S., longue de 15 km. et large en moyenne de 3 km., se terminant près de Siao-tang-tche ; le Niéou-lang-'ho a emprunté cette dépression faillée sur tout son parcours et s'en échappe en face de Siun-tien-tchéou par une vallée parallèle au plissement dans le Fong-wou-chann, par conséquent vers le N. E. Un seuil étroit sépare la dépression linéaire de Siun-tien-tchéou d'une autre semblable qui lui fait suite, longue d'environ 10 km. et rigoureusement dans le prolongement de la précédente, la plaine de Sin-kai-tseu, parcourue également par le Niéou-lang-'ho qui passe de la dépression de Iang-lin dans celle-ci par la vallée de Ta-kouang-ti parallèle aux plis du Yo-liang-chann. Le Niéou-lang-'ho comme je l'ai déjà indiqué, utilise donc alternativement des vallées parallèles aux plissements et d'autres parallèles aux fractures.

Au sud de la vallée fracture de Sin-kai-tseu, la faille quitte tout à coup sa direction nord-sud et oblique vers le S. S. E. en occasionnant dans la région de Si-yang-tang et d'Eul-long-si-chou de grosses dénivellations mises en lumière dans les fig. 38 et 102 (atlas) et les différentes coupes de la fig. 108 (atlas). — Le côté est de la faille est généralement bordé par le Cambrien ou l'Ordovicien de la région du Long-pai-chann, tandis qu'à l'ouest ce sont les différents termes carbonifériens qui viennent en contact avec ce Cambrien ou l'Ordovicien, comme le montrent les coupes précitées. Dans la région d'Eul-long-si-chou, au pied des grands escarpements dans lesquels se trouvent les mines, la faille s'incurve vers le S. E. vers le col de Ta-ta-kai par où passe le chemin des mines de charbon à K'o-pao-ts'ouen ; c'est généralement, le Carboniférien moyen supérieur (calcaires à *Sp. mosquensis* ou bien calcaire de Chouéi-tang) qui vient en contact avec le Cambrien. Au col de Si-yang-tang, le contact se fait entre le Moscovien et les couches ordoviciennes à *Dionide formosa* ; en tous cas la dénivellation entre les deux lèvres de la faille est toujours très grande ; dans le cas où le Cambrien à *Redlichia sinensis* vient en contact direct avec le Moscovien supérieur, en tenant compte des plissements, on peut admettre, en considérant qu'ici le Dévonien n'existe probablement pas en profondeur, par suite d'abrasion et en le défalquant par conséquent, on peut, dis-je, admettre une dénivellation minimum de 1.000 m. ; il y a évidemment plus de distance verticale entre la partie supérieure du Moscovien et le Géorgien, mais les plis étant très accusés, par suite du pendage des couches ce n'est pas cette distance théorique qui doit être envisagée.

La faille reprend ensuite une direction très voisine de l'orientation N. S., inclinée seulement de

quelques degrés vers l'est et forme un abrupt qui donne naissance à la rive occidentale du lac de fracture de Iang-tsong long de 14 km., large de 3 en moyenne, fosse aux bords escarpés, occupée par une eau claire, très profonde ; la carte montre nettement l'allure typique de cette fosse presque rectangulaire, aux rives parallèles plongeant rapidement dans l'eau ; les plis viennent se terminer en biseau contre cette zone de fracture si nette. Dans le panorama (planche II) dessiné depuis la rive orientale du lac, on se rend nettement compte du passage de la faille au pied de la chaîne du Ta-ing-chann et de l'énorme dénivellation produite.

La fig. 105 (atlas) montre l'allure des cassures dans la région du lac de Iang-tsong et j'ai réuni dans la fig. 106 (atlas) quatre coupes montrant bien que le lac et ses abords constituent une zone de fractures.

La cassure principale reparaît au sud du lac, elle traverse le massif du Lo-tchang-chann en conservant cette direction voisine de N. S. et vient aboutir à l'extrémité N. du lac de Tcheng-kiang.

Mais ici la fracture principale se décompose en un champ de fractures qui ont donné naissance à cette autre belle fosse de 38 km. de long bordée de sommets abrupts, aux rives escarpées, qui s'appelle le Fou-sien-'hou ou lac de Tch'eng-kiang, et aux rives si remarquablement voisines d'être rectilignes sur de longs parcours. La Carte géologique et la Carte tectonique montrent nettement comment sur la fracture principale se greffent des cassures N. O. rejointes elles-mêmes par d'autres fractures N. N. E. parallèles à la cassure principale et qui sont des échos de celle-ci. J'ai réuni dans la figure 120 de l'atlas, quatre coupes qui montrent l'allure de fosse, de dépression engendrée par des fractures, du lac de Tch'eng-kiang. L'abrupt causé par l'effondrement est souvent très important, comme dans les magnifiques escarpements de Hou-cheu-ngai, hauts de 800 m. environ à pic sur le lac (phot. planche XIX).

L'extrémité sud du lac de Tch'eng-kiang est prolongée par des cassures rapprochées parallèles qui découpent le Carbonifèrien moyen et supérieur en bandes juxtaposées ; la plus longue de ces failles qui représente le prolongement précis de la grande fracture que nous suivons depuis le haut Yang-tseu se continue avec la même direction S. S. E. dans le pays entre les extrémités sud du lac de Tch'eng-kiang et nord du lac de Tong-'hai et vient longer celui-ci, nouvelle cuvette d'effondrement, sans écoulement aérien, dont les eaux se perdent dans des passages souterrains dans lesquels les fractures jouent le rôle de drains; la fracture s'incurve ainsi autour de la rive sud-orientale du lac de Tong-'hai en prenant une direction N. O. puis elle se prolonge après un parcours de près de 300 km. dans le Carbonifèrien moyen plissé du Hoang-long-chann, en n'offrant plus qu'une dénivellation peu importante qui fait qu'on perd sa trace qui ne pourrait être relevée que par une étude très minutieuse et peu en rapport avec les résultats qu'elle fournirait.

4° Fractures parallèles a la zone de cassure des lacs. — Des fractures moins importantes comme parcours et qui sont en quelque sorte des répliques de la grande cassure des lacs orientaux s'observent à l'est, biseautant les plissements d'entre la région des lacs de Iang-tsong et de Tch'eng-kiang et le cours nord-sud du Tié-tchen-'ho.

Faille de Pai-le-tsen : La première que j'ai appelée faille de Pai-le-tsen par suite de la grande netteté avec laquelle ou l'observe près de ce village n'est qu'un rameau de la grande cassure des lacs dont elle se détache près d'Eul-long-si-chou. — Elle se dirige ensuite vers le S. S. E. en longeant les hauteurs cambriennes qui séparent la plaine de Tang-tche, prolongement nord de la dépression du lac de Iang-tsong, de la vallée d'Yi-léang, et conjointement avec la cassure principale des lacs, elle détermine entre le bord oriental faillé du Ta-ing-chann et les hauteurs cambriennes à l'est de K'o-pao-ts'ouen une zone effondrée, occupée du reste aussi par des hauteurs cambriennes que j'ai dessinées dans le panorama (planche II). Au S. S. E. de Tang-tche, cette cassure rencontre une faille S. E. qui limite au N. la chaîne des brachyanticlinaux formés de Carbonifèrien moyen et supérieur et de Permien que j'ai décrits page 289 et qui forment la plus grande part des plis de la rive orientale du lac de Iang-tsong; cette nouvelle faille N. N. O. tronque ainsi obliquement l'extrémité nord de la chaîne des brachyanticlinaux en mettant en contact la labradorite permienne et le Cambrien ; puis les deux failles, celle de Pai-le-tsen et la faille oblique greffée sur la dépression de Iang-tsong se confondent en une seule comme le montre la Carte tectonique et après un court trajet vers le S. E. ; la cassure unique fait un coude brusque et reprend la direction primitive S. S. O. voisine de N. S. parallèle à la cassure principale des lacs, en mettant en contact le Cambrien de la région d'Yi-léang à l'est et le Carbonifèrien d'âge différent suivant les points, à l'ouest. A la

hauteur de Siu-kia-tou la faille très visible biseaute toujours les plis N. E. ou N. N. E.; elle est surtout admirablement nette près du village de Pai-le-tsen ; mais ici elle ne met plus en contact que du Moscovien gréseux $h,^b$ à l'est avec de l'Ouralien h_3 à *Fusulina regularis* et *F. brevicula* à l'ouest. Elle a simplement provoqué ici l'effondrement du flanc d'un anticlinal dans sa partie centrale, comme le montre nettement l'excellente coupe que l'on peut relever en descendant du faite du Wou-tsa-chann sur Siu-kia-tou par la route de Tch'eng-kiang, coupe que j'ai donnée fig. 41 (atlas) et déjà décrite dans la partie stratigraphique page 119 et qui me dispense de m'étendre davantage sur ce point.

La faille de Pai-le-tsen se termine à une dizaine de kilomètres au sud après un parcours total d'une soixantaine de km. environ. Par rapport aux gigantesques lignes de fractures que nous avons déjà décrites et à celles qui nous reste à étudier, la faille de Pai-le-tsen offre une importance relativement faible.

Faille d'Yi-léang : Peu importante également par sa longueur est la faille d'Yi-léang. Elle prend naissance au N. N. E. d'Yi-léang dans le Long-pai-chann, donne naissance à la longue dépression d'Yi-léang, ancien fond lacustre linéaire allongé à peu près N. S., puis après avoir traversé le Pa-ta-'ho entre Kéou-kai-tzeu et Ti-chouei, elle passe avec une direction N. S. dans le San-tai-chann, en faisant buter le Carboniférien de la région de Siu-kia-tou contre l'extrémité sud-ouest du grand synclinal dont l'axe est occupé par le Dévonien supérieur et qui est parallèle au N. O. au cours de la rivière de Lou-nan.

Faille de Ninh-tchéou et de Chéou-tin-tchao : La première qui prend naissance aux environs de Ke-ma-tsin dans le Wan-song-chann au S. S. E. de Tsin-long-kai offre des dénivellations relativement peu importantes : elle se dirige au S. S. O. par Sin-tchai, passe entre Tou-la-houé et Mong-ti-tsen, en mettant simplement en contact les labradorites permiennes λ_2 avec la partie supérieure des calcaires ouraliens à Néoschwagérines, ce qui dans la région équivaut à une dénivellation de 250m environ. La même faille se poursuit au N. O. de Ninh-tchéou, en obliquant franchement vers le S. O. et, se rapprochant de la partie méridionale de la faille des lacs, passe au sud du lac de Tong-'hai.

Une autre faille de court trajet, très nette dans ses effets passe dans l'axe du synclinal ouralopermien du Tien-ma-chann, en faisant buter comme je l'ai déjà indiqué (page 280) les calcaires permiens moyens à Doliolines du flanc est du synclinal, avec les grès moscoviens h,b. Parallèlement à cette faille, on observe deux petites cassures auxquelles la formation de la dépression de Ninh-tchéou ne paraît pas être étrangère. Je renverrai le lecteur à la coupe A de la fig. 97 (atlas) où le rôle de ces failles se manifeste de façon précise.

5° Fracture de Lou-nan. — Cette grande cassure qui est du plus grand intérêt par sa longueur, les fortes dénivellations qu'elle occasionne et sa netteté est un des principaux accidents de ce genre du Yun-nan oriental et peut, par son importance, rivaliser avec la grande cassure des lacs ou la fracture Tou-tza A-mi-tchéou que nous décrirons plus loin. M. Lantenois l'avait déjà observée dans la région de Lou-nan même et avait reconnu son existence. Nous avons pu la suivre sur toute sa longueur et tracer ainsi son parcours sur la carte. — En réalité, nous ne la connaissons pas entière, car elle paraît se poursuivre au N. de la route de Ma-long-tchéou à Yi-long et nous l'avons abandonnée un peu au N. ; elle paraît se prolonger vers la frontière du Kwéi-tchéou et du Sseu-tchoan ; en tous cas, nous l'avons personnellement reconnue sur une longueur de 240 km. environ. — Nous avons tracé la fracture de Lou-nan sur notre carte depuis une douzaine de kilomètre au N. de Ma-long-tchéou jusqu'aux environs de Lin-ngan. Depuis le point où nous la considérons, mais qui n'est pas son point d'origine, puisque nous ne l'avons pas entièrement suivie, cette fracture se dirige d'abord par So-lo-wan entre Ma-long et Yi-kou-sseu avec une direction S. S. O. en mettant largement en contact le Permien calcaire inférieur ou moyen avec le Cambrien très plissé à l'ouest. Les conditions restent les mêmes jusqu'à la traversée par la faille de la branche E. O. du Pa-ta-'ho qui porte le nom de Si-chann-ta-'ho.

Entre Ho-mo-tchan et Ta-koa, un peu au sud du fleuve la faille se complique d'une réplique latérale à l'ouest, enveloppant complètement un casier de Moscovien gréseux, puis elle continue son parcours vers le S. S. O. Elle met alors en contact les différents terrains du synclinal cambro-dévonien dirigé E. O.-N. E. qui passe entre le Lou-nan-'ho et la plaine d'Yi-léang ; la Carte géologique montre nettement comment les termes successifs des deux flancs du synclinal viennent l'un après l'autre buter contre le Permien supérieur gréseux rouge $r_{,,,}$ de la région de Lou-nan ou contre les poudingues.

M. Lantenois ayant traversé la faille de Lou-nan dans l'itinéraire d'Yi-léang à Lou-nan avait reconnu déjà ce bel accident si net (1) seulement, je ne crois pas qu'il soit exact de la considérer là comme étant peut-être le résultat d'un double pli comme M. Lantenois a cru devoir le faire par suite de l'aspect des strates qui se rebroussent à l'ouest de Lou-nan de part et d'autre de la faille, et que c'est une faille au sens strict du mot, une faille radiale, en éliminant la notion de pli-faille.

Les coupes E et F de la figure 122 (atlas) montrent à l'est de Lou-nan deux sections successives parallèles du nord au sud montrant l'une le Dévonien inférieur d_1, l'autre le Cambrien à *Redlichia sinensis* s_1a en contact avec les poudingues permiens supérieurs $r_{,,}$.

A partir de cette région, la faille de Lou-nan se poursuit vers le S. S. O. avec des caractères énergiquement accusés ; vers Oua-tse, puis Ta-tsuen, elle forme un escarpement caractéristique dont le regard est tourné vers l'est et que l'œil suit facilement. Les conditions restent identiques dans la région de Lou-khi où elle affaisse largement le Permien à l'est dans les conditions montrées par la coupe D de la fig. 122 (atlas) et par la coupe fig. 51 de l'atlas.

Elle passe ensuite entre Che-mo et Po-shi avec une direction voisine de N. S. en mettant en contact le Dévonien de la région de Po-shi avec le pli de Wéi-téou-chann formé d'Ouralien et de Permien ; passant à peu près par l'axe du synclinal, elle met successivement en contact les différentes formations du synclinal depuis l'Ouralien à *Neoschwagerina craticulifera* Schwager jusqu'à la labradorite permienne λ_2 qui occupe l'axe du synclinal ; ceci est nettement montré par la Carte géologique.

Reprenant la direction S. S. O. la fracture de Lou-nan traverse le Tié-tchen-'ho au sud de Po-shi près de Je-chouéi-tang en mettant en contact les calcaires du Dévonien moyen de Si-tché-yi avec le Carboniférien supérieur calcaire à *Fusulina multiseptata* Schellwien.

La faille se coude ensuite dans une direction voisine de N. S. à l'est de Mo-kou, en disloquant le Dévonien inférieur et moyen déjà puissamment plissé comme nous l'avons déjà indiqué ; puis elle reprend la direction S. S. O. franche entre Lao-yun et Wou-lou-si-chou, oblique ensuite de nouveau vers une direction très voisine de nord-sud à l'ouest du lac de Tsin-chouéi-tang en mettant en contact le Dévonien moyen et les calcaires ouraliens h_7 à *Fusulina multiseptata* dans les conditions indiquées par les figs. 43 et 94 (atlas) et la coupe *A* de la fig. 122 (atlas). — Elle donne ensuite naissance au bord faillé occidental du bassin de Mien-tien et se redresse vers le S. O. pour former le rebord méridional du bassin à écoulement sous-terrain de Lin-ngan, en mettant en contact encore ici l'Ouralien à *Fusulina multiseptata* ou à *F. incisa* avec le Dévonien moyen. La faille de Kéou-kai citée par M. Lantenois sur la route de Lin-ngan au Fleuve Rouge n'est pas autre chose que le prolongement de la grande fracture de Lou-nan.

Puis elle rencontre au N. O. de Kéou-kai la fracture de Chih-ping dirigée N. O.-S. E. c'est-à-dire parallèlement au cours du haut Fleuve Rouge dont cette dernière est très rapprochée. — Il y a donc au sud de Lin-ngan intersection entre cette immense fracture du réseau N. N. E. qu'est la faille de Lou-nan et l'important réseau N. O.-S. E. que nous étudierons ensuite.

J'ai donné dans la figure 122 (atlas) une série de coupes parallèles destinées à montrer les valeurs différentes de la dénivellation suivant les points le long de la faille de Lou-nan. Les deux coupes les plus éloignées sont distantes de 130 km. En tous cas la dénivellation entre les deux lèvres de la faille est toujours très considérable.

6° Fracture de Lan-nin-tsin. — Parallèlement à la fracture de Lou-nan existe une autre faille importante que nous appellerons avec M. Lantenois, qui l'a reconnue près de Lan-nin-tsin, du nom de cette localité. Comme la faille de Lou-nan, celle de Lan-nin-tsin qui vient probablement d'un point situé beaucoup plus au N. N. E. a été suivie par nous des environs de Ma-long jusqu'aux environs de Lan-nin-tsin où elle se termine progressivement.

---

(1) Il s'exprime ainsi à cet égard : « Le trait le plus caractéristique de cette coupe, et vraiment frappant à première vue est le contact anormal de Lou-nan, qui dessine sur le terrain une ligne droite de démarcation très nette dirigée N. N. E entre le Permien à l'est et le Dévonien à l'ouest. Le contact des deux terrains s'effectue visiblement selon une surface quasi verticale, de part et d'autre de laquelle les strates se rebroussent. — Il est certain que nous sommes ici en présence d'une véritable faille.» (Mission géol. et minière du Yun-nan, op. cit., page 46).

Elle met d'abord pendant longtemps en contact avec une dénivellation assez faible le Permien supérieur de la région de Lou-léang et les calcaires permiens inférieurs et moyens ; puis comme la faille de Lou-nan à laquelle elle est d'abord parallèle et dont elle n'est séparée que par une dizaine de kilomètres, elle franchit le Si-chann-ta-'ho en mettant en contact le Dévonien moyen, sur lequel le Permien supérieur gréseux rouge est souvent transgressif, avec ce même Permien gréseux $r_{,,,}$ ou avec les calcaires artinskiens ; j'ai donné dans la fig. 33 (atlas) une coupe montrant à l'est de Tien-sen-kouang les grès et marnes rouges permiens supérieurs placés en contact par une faille presque verticale contre les calcaires à *Stringocéphales* givétiens.

La faille de Lan-nin-tsin se poursuit ensuite toujours vers le S. S. E. presque rectiligne, admirablement nette ; aux environs de Mao-chouéi-tong, après avoir mis le Dévonien moyen et les calcaires artinskiens en contact pendant quarante kilomètres, elle amène ensuite les labradorites γ_2 contre ce même Dévonien moyen ; par endroits c'est avec les calcaires du Permien moyen à *Doliolina lepida* que se fait ce contact ; c'est dans ces conditions que la faille passe un peu à l'ouest du village de Lan-nin-tsin ; puis insensiblement la dénivellation causée par elle diminue et à quelques kilomètres au S. S. O. de Lan-nin-tsin, elle n'est plus perceptible.

Ainsi entre les grandes cassures de Lou-nan et de Lan-nin-tsin, une longue fosse d'affaissement abaisse le Permien au niveau du Dévonien et même du Cambrien entre ces deux fractures grossièrement parallèles, mais à l'est, l'abaissement devient de moins en moins considérable et disparaît, la faille provoquant une dénivellation de plus en plus grande vers le N. N. E. ; à l'ouest au contraire l'affaissement persiste le long de la faille de Lou-nan dont le parcours est autrement considérable que celui de la faille de Lan-nin-tsin bien que nous avons déjà reconnu cette dernière sur près de 100 kilomètres.

7° Failles de bordure de la région triasique. — Ici encore nous nous trouvons en présence de failles à long parcours ; mais au lieu de fractures généralement simples comme les grandes cassures de Lou-nan et de Lan-nin-tsin, on observe de longues failles, souvent parallèles, qui se rejoignent suivant des angles aigus.

Failles parallèles dans la région de Tchao-koua : Dans la région de Tchao-koua passent de grandes fractures parallèles. L'une se trouve à l'ouest du village, l'autre passe à l'est de Tchao-koua, derrière les dernières maisons du village. La dénivellation qu'offrent ces cassures alignées, franchement S. S. E. est faible et les grès rouges et les marnes du Permien supérieur étant discordants sur le Dévonien moyen, mettent en général ces deux niveaux en contact : on observe près de Tchao-koua un bassin à écoulement souterrain, dépression comprise entre ces deux failles ; la figure 27 (atlas) dans sa partie droite montre très clairement la structure de cette région et comment elle est constituée par des bandes parallèles affaissées.

Un peu au sud de Tchao-koua, ces mêmes conditions persistent ; la faille de Tchao-koua et celle qui court à l'est passent avec la même direction dans la région de Chouang-long-tsin en affaissant le Dévonien moyen par bandes parallèles en échelons vers l'est-sud-est comme le montre la fig. 123 (atlas); entre Tchao-koua et Chouang-long-tsin, le Permien supérieur gréseux se trouve abaissé à l'ouest tout le long de la faille de Tchao-koua de façon très nette et en contact constant avec le Dévonien moyen.

Hoa-tong-chann : Si on considère la Carte géologique, on constate que les failles qui enserrent la bande des affleurements du Dévonien moyen depuis Tchao-koua jusqu'à Chouang-long-tsin, se prolongent vers le S. S. O. en se rejoignant au sud du massif du Hoa-tong-chann. Rien n'est plus curieux que cette haute masse du Hoa-tong-chann, bordée à l'est et à l'ouest par des fractures qui l'ont laissée isolée, en saillie entre la grande dépression du Trias affaissé à l'est et la fosse de Ho-i à l'ouest ; elle offre des versants escarpés et se signale de loin à l'attention par la raideur de ses pentes et son isolement. La section transversale (figure 26 (atlas) montre nettement sa structure. Au N. N. E. elle se rattache directement à la zone de plateaux de Mo-tou-tsin. Le Hoa-tong-chann représente donc en quelque sorte une presqu'île, si l'on peut s'exprimer ainsi, de Dévonien formant un bec resté en saillie entre deux zones affaissées qui se rejoignent à son extrémité méridionale.

Au delà, la faille unique qui résulte de la réunion des deux groupes de cassures que nous venons d'examiner se dirige vers le bassin de Mi-leu par Ta-chouéi-tang ; j'ai montré déjà comment elle disloque le Trias moyen et le Trias inférieur. — La dénivellation apparaît ici comme relativement faible.

Nous atteignons ainsi le bassin de Mi-leu, effondré entre de hautes zones plissées calcaires et encombré de dépôts du Pliocène supérieur, d'accumulations fluviolacustres et de loess du début du Quaternaire ; la faille que nous suivons actuellement préside à sa formation, concurremment avec une autre fracture franchement N. N. E.-S. S. O. qui limite le bassin à l'ouest ; les deux failles se réunissent, puis une nouvelle bifurcation a lieu ; donnant naissance à une fracture qui se dirige directement vers le S. S. O. et à une seconde au trajet tourmenté qui dirigée d'abord vers le S. E. ; s'oriente ensuite à peu près N. S. (c'est par cette fracture que le Mi-leu-'ho s'échappe de la dépression).

Une autre grande fracture dont je ne connais pas l'origine, qui limite à l'est la partie méridionale du bassin de Mi-leu vient rejoindre la dernière près de Tchou-yuen. On obtient alors, comme le montrent la Carte géologique et la Carte tectonique deux failles qui abaissent en bandes parallèles la région paléozoïque située à l'est du Tié-tchen-'ho vers l'orient ; la dernière et la plus importante, celle que j'appelle faille de Pong-pou est un type de faille d'effondrement des plus remarquables que l'on puisse rencontrer. On suit pendant près de 40 km., de Kwéi-tien au N. de Tchou-yuen une longue dépression jalonnée de grands bassins fermés, limitée à l'est par le « regard » formidable qui domine la région triasique affaissée le long de la région paléozoïque. Je crois qu'aucune description ne peut être plus éloquente que la photographie B de la planche XVIII montrant l'abrupt des calcaires carbonifériens limités par un contact rectiligne avec la zone triasique effondrée à leurs pieds.

Cette belle faille se suit vers Kwéi-tien avec la plus grande facilité, sans arrêt ; on voit nettement le contact des calcaires carbonifériens et des terrains triasiques placés en contre-bas. J'ai déjà montré le rôle prépondérant qu'elle joue au point de vue des relations économiques dans cette partie du Yun-nan (p. 14).

Près de Kwéi-tien, la faille de Pong-pou et sa voisine qui lui est parallèle à l'ouest se subdivisent en un réseau de multiples cassures anastomosées, dispersées dans le calcaire ouralien qu'elles abaissent en échelons successifs vers l'est, vers la région triasique. Ce champ de fractures multiples paraît dû à la rencontre dans cette région du réseau de fractures N. E. du Pa-ta-'ho à l'est d'A-mi-tchéou. La fig. 124 de l'atlas montre cette structure progressivement effondrée vers l'est à Kwéi-tien.

La Carte géologique montre d'une façon particulièrement nette le rôle de la grande fracture de Pong-pou et la façon dont elle abaisse vers l'est l'ensemble de la région triasique.

8° Réseau des fractures N. O. et N. E. de la région de bordure méridionale de la zone triasique. — Un réseau de fractures extrêmement intéressant s'observe à l'est d'A-mi-tchéou. Une série de cassures orientées N. E.-S. O. parcourt la région triasique en affaissant le Trias sur lui-même, effondrant ainsi par endroits le Trias supérieur le long du Trias moyen. Une autre ligne de cassures zigzaguantes, mais dont la direction générale est identique, limite nettement la région triasique entre la région de Wou-tseng-tchéou et Hé-ou-tchin. La présence d'un autre réseau S. E. a compliqué la situation en effondrant au milieu des terrains paléozoïques des paquets de Trias supérieur ou moyen. Cette disposition compliquée est assez intéressante pour mériter que nous nous y arrêtions.

Failles localisées dans la région triasique au Sud du Pa-ta-'ho : Examinons d'abord les failles localisées dans la région triasique. Elles sont à peu près parallèles aux plissements, mais comme elles sont rectilignes et qu'au contraire les axes des plis sont sinueux, comme nous avons eu l'occasion de le constater maintes fois, elles les recoupent fréquemment. Une première cassure que j'appellerai faille de Lo-pou, longue de 25 km., N. O.-S. E., parcourt d'abord la région du Trias supérieur au N. du Pa-ta-'ho, avec faible dénivellation mettant en contact simplement des horizons différents du Trias supérieur ; puis elle traverse le Pa-ta'-ho et dans la région de Lo-pou, la dénivellation augmentant, elle abaisse le Trias moyen au niveau du Trias supérieur, puis au S. O. de cette localité, elle se perd dans le Trias supérieur.

Beaucoup plus intéressante est la faille que j'appelle faille de Pei-hoa-tseu. Orientée également N.E.-S. O., elle court en ligne directe pendant près de 26 km. jusqu'aux environs de Pei-heuou, en offrant alors peu d'importance et en mettant en contact seulement des terrains triasiques supérieurs variés. Elle fait ensuite des zig-zags nombreux entre Pei-heuou et Lou-sa-pien dans la région de Pei-hoa-tseu en mettant en contact brusque les différents horizons du Trias supérieur qu'elle pénètre en dents de scie, en enfonçant dans ce dernier des coins de Trias moyen calcaire à *Cœnothyris vulgaris*. La faille est dans cette région

d'une netteté parfaite ; le regard tourné vers le N. O. offre de beaux miroirs de friction ; il est en général caractérisé par un abrupt qui ne dépasse pas une quarantaine de mètres, mais est excessivement bien indiqué comme le montre la figure 125 (atlas) prise près de Pei-hoa-tseu qui montre les marnes noriennes affaissées le long du Trias moyen $t_{,,}$.

J'ai donné un petit carton (fig. 13, texte) montrant le rôle de la faille de Pei-hoa-tseu aux environs de ce village et de Lou-sa-pien et la façon dont elle recoupe les plissements. Au sud de Lou-sa-pien, inflexion brusque vers le S. S. O. ; plus près même de N. S.. La Carte géologique montre comment cette fracture abaisse le Trias supérieur ici encore, le long de la haute masse calcaire du Trias moyen plissé du plateau de Ma-tche-tchai et de Hou-li-tchéou ; M. Lantenois qui l'avait observée dans le parcours d'A-mi-tchéou à Tse-tsou l'avait reconnue comme faille et dénommée faille de Sin-chin-tchai. Elle vient rejoindre près de Ta-t'a le prolongement de la faille d'A-mi-tchéou que nous étudierons plus loin, en mettant en contact par une faible dénivellation les marnes t_1 à *Pseudomonotis illyrica* Bittn. avec les calcaires $t_{,,}$ à *Caenothyris vulgaris* Schloth. ; la faille est extrêmement nette aux environs de Ta-t'a où les marnes t_1 très contournées, sont plaquées contre la surface verticale des calcaires découpés à l'emporte-pièce.

Grande faille de bordure méridionale de la région triasique supérieure : Cette cassure (faille de Tse-tsou) est du plus grand intérêt, car elle limite exactement la région du Trias supérieur au S. S. E. Très loin d'être orientée en ligne droite, elle est formée d'une série de lignes brisées qui font pénétrer le Trias supérieur en coins dans la masse de calcaires permiens. J'ai commencé à l'étudier au sud de Wou-tseng-tchéou. Dirigée d'abord vers le S. O. elle se coude à angle droit à l'est du grand coude du Pa-ta-'ho pour reprendre ensuite sa première direction jusqu'aux environs de Che-ngai-tchai. Le contact entre la région du Trias supérieur et les calcaires permiens est partout d'une netteté parfaite. J'ai pris comme exemple de ce contact par fracture la photographie B de la planche XVI qui montre clairement à l'ouest (à gauche) la masse des marnes gréseuses carniennes affaissées le long des calcaires permiens r_1 selon une surface quasi verticale.

Près de Che-ngai-tchai la faille de Tse-tsou forme une série de coudes brusques ; elle se dirige d'abord soudainement à 90° de sa direction générale S. O. sur une longueur de 4 km., puis se recourbe de nouveau à angle droit pendant 800 m. et reprend la direction N. O., toujours à angle droit, formant ainsi dans la masse des calcaires permiens un long et étroit couloir dans lequel sont affaissées en paquets incohérents les marnes à *Halobies* carniennes ; l'érosion a naturellement exercé son action sur ces terrains plus meubles que les calcaires, en laissant de part et d'autre ces derniers former un cul-de-sac aux parois verticales le long desquelles est plaqué le Trias supérieur effondré ; la fig. 126 (atlas) montre dans une coupe transversale l'allure de ce coin de Trias supérieur enfoncé par les coudes de la faille dans la masse des calcaires permiens.

La Carte géologique montre ensuite comment la faille décrit une ligne brisée tout à fait irrégulière dans la région de Tcheng-tchai, Ta-tchai, Fei-tze et Iang-tsi-kiou. J'ai montré dans la fig. 14 du texte, en donnant le détail des plissements dans cette région, comment ces zig-zags recoupent les plis du Trias supérieur.

A partir du coude qu'elle décrit à 1 km. environ au S. E. de Iang-tsi-kiou, la faille de Tse-tsou se dirige avec rectitude vers le S. S. O. en limitant par son plan presque vertical le massif du Ming-kien-chann au nord. J'ai déjà indiqué dans la description des aspects régionaux du Yun-nan oriental, la différence totale engendrée dans la topographie entre les calcaires permiens formant dans le Ming-kien-chann de hauts pitons et les formations du Trias supérieur. Ce contraste est indiqué très nettement dans la photographie A planche XV et dans la figure 2 page 11.

Dans la région de Tse-tsou la faille est encore accusée par le creusement de l'énorme dépression sans écoulement au fond de laquelle se trouve ce village, et les ravins qui y aboutissent montrent dans les conditions les plus parfaites la surface quasi verticale des calcaires blancs à *Spirigerella grandis* le long desquels, sur une hauteur énorme, on voit s'affaisser le Trias supérieur formant synclinal renversé vers le S. E. et coupé brusquement par la fracture.

Au col de Tou-pi les conditions d'observations ne sont pas moins nettes : le ravin creusé au contact

des calcaires permiens et du Trias supérieur montre très bien comment la région triasique est abaissée par rapport à la région permienne.

Près du col de Tou-pi la faille de He-ou-tchin vient se greffer à 60° sur la grande faille de Tse-tsou, abaissant à l'ouest le Trias moyen le long du Permien calcaire du Ming-kien-chann, de sorte qu'au delà la région du Trias supérieur déplacée par la faille de Tse-tsou est mise en contact avec le Trias moyen calcaire t_1 de l'anticlinal de Ouang-pe-pe.

Au N. O. de Ta-t'a, la faille de Tse-tsou rencontre la faille de Pei-hoa-tseu qui l'arrête après un parcours total d'environ 90 km.

Réseau croisé des failles de la région de Ta-hu-tchai, Tchong-ho-yun, Ta-li-tang, Sin-tien : Un district faillé très intéressant se montre à l'est de Tchong-ho-yun ; une série de fractures parallèles N. O. affaissent le Trias moyen sur une vaste surface entre deux failles croisées, l'une parallèle à la faille de Tse-tsou, l'autre aboutissant sur celle-ci avec une direction conjuguée et appartenant au réseau de cassures N. O. La rencontre de ces deux grandes fractures a occasionné la production d'un champ de cassures multiples conjuguées. Ce vaste domaine de Trias moyen bien nettement délimité sur la Carte géologique se montre ainsi effondré au milieu du Permien moyen calcaire. Deux failles parallèles rapprochées, orientées N. O. et qui se raccordent près de Té-la-ki enfoncent au sud-ouest de Tchong-ho-yun un étroit coin de Trias moyen dans le Permien calcaire. Il serait véritablement fastidieux de décrire successivement le trajet de chacune des nombreuses failles qui découpent cette région et le lecteur se fera une idée tout aussi exacte des faits en se reportant à la partie sud orientale de notre Carte géologique et en consultant les figures 78, 79 et 80 (atlas) qui montrent le Trias moyen calcaire effondré en plateaux successifs en échelons vers la grande masse calcaire paléozoïque, vers le S. E.

En résumé, si nous jetons un coup d'œil d'ensemble, nous voyons la région du Trias supérieur du Pa-ta-'ho largement effondrée le long de la faille de Tse-tsou contre le Permien inférieur et moyen calcaire. Une autre fracture parallèle que j'appellerai faille de Pou-la-mi court malgré des zig-zags à angle droit, parallèlement à la faille de Tse-tsou, c'est-à-dire vers le S. O. en abaissant le Trias moyen de la région Pou-la-mi, Ta-li-tang le long de cette même bande permienne, mais du côté sud-est, en sorte que le Permien forme une étroite bande restée en saillie entre la zone de Trias supérieur effondrée du Pa-ta-'ho et la zone également effondrée de Trias moyen que de nouvelles failles N. O.-S. E. abaissent par échelons jusqu'à la rencontre de la faille de Ta-hu-tchai, le plaquant contre une muraille de Permien en pitons calcaires, suivant une fracture S. E. J'ai montré dans le dessin fig. 2 (texte) la brusque différence de topographie qu'engendre la brutale juxtaposition du Trias moyen et du Permien calcaire et je renverrai le lecteur à la description de cette région donnée au début et aux figures 2, 3, 78, 79 et 80 de l'atlas pour prendre une idée de l'allure des plateaux de Trias moyen effondré en paliers.

Réseau des fractures voisines de la direction N. O.-S. E. et champ de cassures de la région de Mong-tseu

Les grandes fractures orientées franchement N. O.-S. E. ne s'observent que dans la partie méridionale du Yun-nan oriental.

Groupe des fractures des monts de Ko-tiéou : Un premier groupe bien défini s'observe parallèlement au Fleuve Rouge. La fracture la plus méridionale que j'appellerai fracture de Chih-ping, donne naissance à la longue dépression lacustre de Chih-ping, orientée N. O. qui se prolonge au sud de la dépression de Lin-ngan à la formation de laquelle elle participe ; elle rencontre dans cette région l'extrémité méridionale de la grande cassure de Lou-nan, puis continue son trajet avec la même direction à travers le massif des monts de Ko-tiéou.

Une autre fracture importante, exactement parallèle à celle-ci prend son point d'origine sur le prolongement sud de la faille de Lou-nan au N. E. du croisement de cette cassure avec celle de Chih-ping, et,

se dirigeant vers le S. E. en se tenant à une distance de celle-ci variant entre 12 et 15 km. elle limite au N. le massif de Ko-tiéou le long duquel viennent ainsi effondrés : le bassin de Mien-tien, les bassins intermédiaires entre ce dernier et le bassin de Mong-tseu et enfin limite la bordure de celui-ci au S. O. par un long abrupt. J'ai déjà indiqué la constitution topographique de cette zone faillée et je renverrai le lecteur à mes descriptions (page 17).

Direction de la chaîne de Ko-tiéou normale aux plis : Cependant, j'insisterai sur le fait très important que par suite de l'existence de ces grandes cassures N. O. et de l'effondrement de la région des bassins de Mien-tien à Mong-tseu la direction orographique est normale à celle des plissements. De Lin-ngan au Nan-ti les mouvements montagneux dessinent une longue masse N. O.-S. E. mais ceci est dû uniquement à l'effondrement nord-ouest d'une part, au creusement de la vallée du Fleuve Rouge de l'autre, et les axes des plissements interrompus brusquement au N. E. par la zone affaissée recoupent la direction orographique en se dirigeant vers le S. S. O. La Carte géologique est très explicite à cet égard.

Grande fracture de bordure O. du bassin de Mong-tseu : Il me reste pour terminer l'étude du réseau des fractures du Yun-nan oriental à examiner la grande cassure qui, des environs d'A-mi-tchéou, vient aboutir à la région du Sin-chiem où je l'ai abandonnée.

Au N. d'A-mi-tchéou la faille de Pong-pou qui appartient au réseau N. N. E. se termine par un champ de fractures provoquant la production d'une série d'indentations qui, sur le plan de la carte, fait s'interpénétrer le Trias moyen et la région paléozoïque ; une grande fracture se détache de ce réseau près du confluent du Lin-ngan-'ho et du Pa-ta-'ho, et passe avec une direction N. S. sur le bord occidental de la vallée d'A-mi-tchéou, affaissant la région située à l'est et où domine le Trias supérieur par rapport à la zone du Si-chann occupée uniquement par le Trias moyen ; en réalité, cette *fracture d'A-mi-tchéou représente le prolongement de la grande cassure de Pong-pou ;* au sud d'A-mi-tchéou la faille s'incurve lentement vers le S. E. et près de la station de Ta-t'a, elle se croise avec la faille de Pei-hoa-tseu déjà décrite ; ce point de Ta-t'a est intéressant par ce fait qu'il est un point de convergence de fractures. Après Ta-t'a la grande faille s'incurve vers l'est en mettant en contact le Trias moyen de l'anticlinal de Ouang-pe-pe avec le calcaire permien qui forme un lambeau à l'ouest de Jang-kan-tchai. La même fracture s'oriente ensuite vers le S. S. E. aux environs de Ta-tchouang où M. Lantenois avait déjà admis l'existence d'un contact anormal en ces termes : « Nous avons vu plus haut que le calcaire de Ta-tchouang semble être séparé des grès schistes de Ni-ou-ke par une faille. — Le calcaire de Ta-tchouang serait donc entouré, au nord et à l'ouest, par une grande faille ou un grand pli faille courbe ». Il faut à mon sens, retenir seulement la notion de faille, dans le sens de fracture.

La faille de Ta-tchouang se prolonge ensuite à la base des escarpements du Léi-kong-chann en limitant nettement la bordure du vaste bassin effondré de Mong-tseu, et en biseautant les vigoureux plissements calcaires que l'on voit si bien de la plaine, dessiner leurs contours sur la paroi rapide.

Entre Ta-tchouang et Mong-tseu Pi-che-tchai, la faille se dédouble : la fracture la plus directe qui forme la limite du bassin effondré se masque sous les dépôts tertiaires ; la cassure la plus orientale qui prend rapidement une direction parallèle à celle de sa congénère abaisse, entre le bassin deMong-tseu et la grande masse permienne du bassin du haut Nan-ti, une bande de calcaire de Trias moyen $t_{,}$, en sorte que de ce côté la bordure du bassin de Mong-tseu se trouve effondrée en échelons.

La faille se coude ensuite pour reprendre une direction N. N. E.-S. S. O., passe près de He-long-tan (connu par les Européens sous le nom de station de Mong-tseu Dragon-noir) et amène la ligne des pitons de calcaire ouralien d'entre Tche-ts'ouen et la plaine de Mong-tseu à limiter cette dernière à la hauteur de Si-ngan-so par suite de l'enfouissement des couches du Trias moyen sous les formations quaternaires de la dépression de Mong-tseu. La faille rencontre ensuite près de Ho-kou-tchai la fracture qui limite au sud-est, le bassin de Mong-tseu et bordant la masse montagneuse de la région de Ko-tiéou qui porte ici le nom général de Tiéou-hoa-chann. Le bassin de Mong-tseu se termine ainsi en pointe vers le S. E. entre ses failles limites.

Une petite bande fracturée de faible parcours s'abaisse parallèlement à la précédente ; elle est formée d'une bande de Trias moyen limitée ainsi de toutes parts par des cassures à l'ouest de Tche-ts'ouen.

Faille de He-ou-tchin : Appartenant au réseau des cassures N. O.-S. E. une faille qui se greffe sur la grande faille de Tse-tsou abaisse entre la faille d'A-mi-tchéou et la grande masse permienne du Ming-kien-chann la zone de Trias moyen de l'anticlinal de Ouang-pe-pe. J'ai déjà eu l'occasion en décrivant ce pli de montrer comment la faille de 'Hé-ou-tchin est normale au pli et comment elle affaisse l'extrémité méridionale de celui-ci en mettant en contact Trias moyen et calcaire permien et je renverrai à la fig. 78 (atlas) qui exprime ce fait.

En résumé, dans la région d'A-mi-tchéou et de Mong-tseu, le fait de la rencontre des deux grandes zones de fractures N. N. E. ou N. E. et du réseau N. O. provoque une perturbation considérable dans la direction de certaines fractures comme celle d'A-mi-tchéou, de telle façon que la faille offre une allure très zigzagante, tendant à prendre tantôt l'une des directions principales, tantôt l'autre.

VUE D'ENSEMBLE DU RÉSEAU DE FRACTURES DU YUN-NAN ORIENTAL ET RELATIONS AVEC LES RÉGIONS VOISINES

Ainsi, en dehors des plissements, le Yun-nan oriental offre un riche réseau de fractures. Les fractures du réseau N. S. et N. N. E. ont en général une extension considérable ; j'ai reconnu celle des lacs sur 300 km. de longueur et je n'ai pas observé sa terminaison vers le N. N. E. Je n'ai pas vu non plus se terminer dans cette direction les puissantes cassures de Lou-nan et d'A-mi-tchéou à Tchao-koua par Mi-leu. Je ne mets pas en doute que ces fractures ne se prolongent au Sseu-tchoan et dans la partie nord du Kwéi-tchéou ; et je me trouve dans cette opinion en concordance avec les vues de Bailey Willis lorsque cet auteur s'exprime ainsi :

« The Alps of eastern Tibet, the Yung-ling, tower above the lowlands of Ssi-ch'uan in wonderful grandeur to an extreme altitude of 7.000 meters. We have no définite knowledge of the physiographic aspects of this great mountain face, but in one respect it differs markedly from the southern front of the Himalayas, with which it may naturally be compared. The rivers that drain the Himalayas flow directly across the range, after the manner of consequent streams, which have developed at right angles to the trend and been extended by headwater erosion in consequence of a combination of favouring conditions. The rivers of the Tibetan Alps, on the contrary, flowed southwest between high ranges, which direct them in courses diagonal to the lines of shortest descent toward the basin of Ssï-ch'uan. They thus have the character of streams which are consequent upon a folded or faulted surface and take their own way down the axial lines of the major depressions. There is thus reason to regard this slope as being composed of successive upwarps or fault-blocks, which lie *en échelon* and sink at their southeastern ends to the lowland of Ssï-ch'uan. The character is expressed in the contours which define the slope north of latitude 30° and about the meridian of 103° east ». *(Research in China.* Vol. II. Pag. 112).

Il me paraît que les grandes cassures du réseau N. N. E. appartiennent à ce grand système de failles ou flexures qui paraît traverser en écharpe cette partie de l'Asie, et d'après leur direction les failles du Yun-nan oriental parallèles à celles des Alpes du Seu-tchoan doivent selon toutes probabilités aboutir, d'après leur direction à la région méridionale du bas Sseu-tchoan au S. S. E. de Tchong-king, et même au S. si l'on admet, ce qui est bien supposable, que conservant la même direction, les failles plus orientales comme la grande cassure de A-mi-tchéou à Tou-tza par Pong-pou se prolongent jusqu'aux basses terres sseu-tchoanaises en passant sur la frontière du Yun-nan et du Kwéi-tchéou.

Le fait que les fractures comprises entre la direction N. S. et la direction N. E. franche forment ainsi une sorte d'éventail dans le Yun-nan oriental trouve son explication immédiate dans ce que les directions des cassures ont, en quelque sorte, été influencées par les plissements antérieur, et partant de ce principe, on verra qu'il existe une sorte de liaison entre les orientations des divers faisceaux de plis au Yun-nan telle que les montre la petite carte fig. 15 (texte) et les différentes fractures comprises dans ce secteur.

Quant aux cassures franchement N. O.-S. E., elles se poursuivent au Tonkin d'une part où elles ont déjà été reconnu par divers auteurs (Jourdy, Lantenois), et de l'autre vers le haut Fleuve Rouge. Je considère que nos données à leur sujet sont actuellement trop peu nombreuses pour permettre de préciser

leur rôle dans la structure de l'Asie méridionale et il est nécessaire pour cela d'attendre que nos connaissances sur la péninsule indochinoise se soient largement complétées et que le Yun-nan occidental soit à son tour exploré en détail comme nous l'avons fait pour le Yun-nan oriental.

L'activité séismique au Yun-nan

Pour clore le chapitre relatif aux faits concernant les mouvements tectoniques, il me paraît utile de résumer l'ensemble de nos connaissances actuelles sur la situation du Yun-nan au point de vue des séismes.

Le Yun-nan est une région séismique, mais l'intensité des secousses paraît varier beaucoup avec les différentes régions. L'ensemble est pénéséismique, mais certaines régions, comme celle que traverse la ligne ferrée sont soumises à des secousses sévères comme je vais en donner la preuve.

Depuis longtemps déjà le Yun-nan était considéré comme une région de séismicité reconnue (1), mais d'intensité inconnue ; et en cela elle n'échappe point à la règle qui veut que les régions récemment plissées d'une façon puissante soient soumises à l'instabilité séismique ; tout se réunit pour entrainer l'instabilité : plissements puissants himalayens, gigantesques fractures pliocènes, mouvements épirogéniques récents (2).

L'année 1909 a été marquée dans la partie située entre Yun-nan-fou et la vallée du Fleuve Rouge par une période où l'activité séismique s'est montrée assez intense pour provoquer des secousses ruineuses dans l'aire pléistoséiste, justement traversée par le chemin de fer. J'ai déjà donné quelques détails à ce sujet (2).

Période de mai à octobre 1909. — Le 11, fortes secousses à $10^h 30^m$ et 11^h du soir ; la visite de la ligne ferrée le lendemain matin montre dans la région de Sui-kia-tou la plate-forme hachée par les blocs tombés des à-pics ; la tête du tunnel 333 est emportée, des murs sont détruits. Le 12 mai, à $12^h 40^m$, nouvelle secousse ; des agents en tournée voient s'abattre des blocs entre les kilomètres 326 et 325. A $2^h 10^m$, nouvelle secousse faisant crouler des blocs sur 1^{km} de long. Jusqu'à Si-eul, toutes les têtes de tunnels sont crevassées ; à Si-eul, le réservoir de la gare est fendu fortement ; les bâtiments de la gare sont très endommagés. Nouvelles secousses à $6^h 20^m$, $7^h 02^m$; une très forte à $8^h 33^m$. Le 13, longue secousse à $6^h 45^m$ du matin ; à ce moment la situation est la suivante : le village de Siao-ho-keuou détruit ; à Si-eul, la plupart des maisons se sont écroulées ; il y a des morts et des blessés. A Po-shi, les secousses ont été également violentes ; les deux tiers des maisons et pagodes sont démolis ; les bâtiments européens de la construction ont beaucoup souffert ; le long de la ligne ferrée des remblais sont abîmés, le pont du kilomètre 307, 946 est très fissuré ; celui du 319 a des décollements dans la maçonnerie des tympans ; un aqueduc est très atteint ; la gare de Po-shi est très endommagée. Puis, toujours le 13, les secousses se multiplient : à $9^h 22^m$, $11^h 45^m$ (faibles), $12^h 02^m$, $2^h 46^m$, $3^h 52^m$ (longues). Le 14, à $5^h 11^m$ du matin, $5^h 12^m$ (très violentes), $5^h 30^m$ (forte et longue), $7^h 08^m$, $8^h 08^m$, $8^h 42^m$ (longues). Le 15 mai, dernières secousses. A Si-eul, il n'y a plus que trois maisons intactes. Il y a ensuite une accalmie. Le 1^{er} juillet, une secousse à $7^h 30^m$ du matin achève le réservoir de Si-eul et le bâtiment des voyageurs et fait rouler de nombreux blocs sur la voie. Le 23, nouvelle secousse violente à $10^h 15^m$. Dans la nuit du 26 au 27, une secousse sévère provoque l'écroulement du mur en retour amont du pont du kilomètre 319, 898. Ensuite, il y a une phase de tranquillité. En septembre, une forte secousse se produit le 8, à $6^h 58^m$, et le 10, une violente à $6^h 45^m$ qui brise, entre Po-shi et Lou-fong-ts'ouen, les témoins placés sur les ouvrages en surveillance. La série des secousses se termine par une dernière le 27 octobre.

---

(1) Montessus de Ballore *Géographie séismologique* Armand Colin, Paris 1906, p. 194.

(2) J. Deprat. *L'activité seismique dans le Yun-nan méridional en 1909.* Comptes Rendus Acad. Sciences 28 novembre 1910.

(3) D'après d'anciennes données la ville de Tch'eng-kiang aurait jadis été totalement détruite par un séisme et rebâtie ailleurs, là où elle est actuellement.

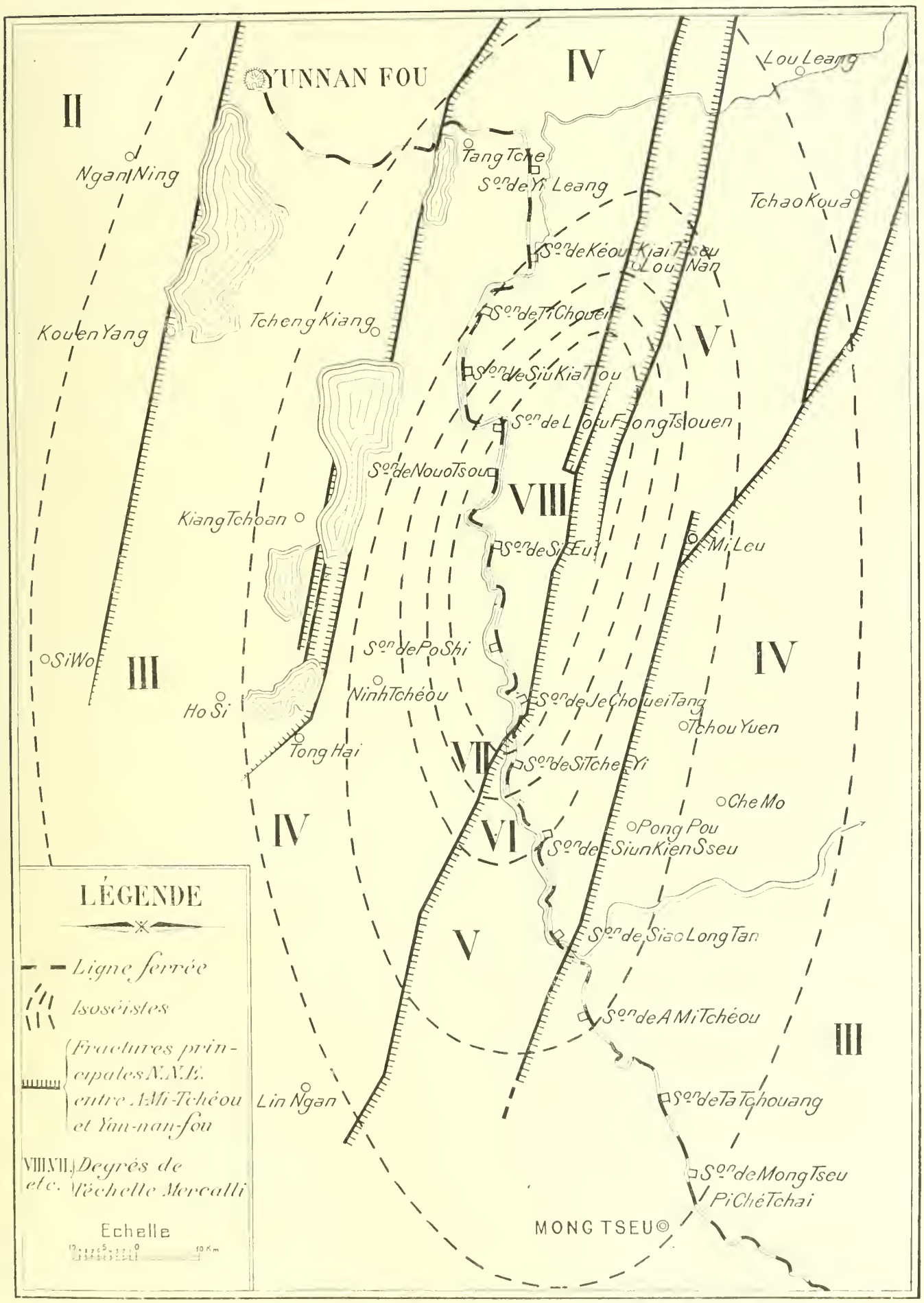


Fig. 15 bis. — Isoséistes des ébranlements séismiques pendant l'année 1909.

Les indications nombreuses que j'ai recueillies dans toute la région, à une très grande distance de la zone éprouvée, m'ont permis de dresser la Carte des isoséistes (voir la figure 15 bis texte) en employant les degrés de l'échelle Mercalli. On y constate que l'aire pléistoséiste, où les secousses ont été véritablement ruineuses, se trouve dans la région de Lou-long-ts'ouen à Po-shi. J'y ai constaté moi-même la production de nombreuses petites failles à rejet atteignant une dizaine de centimètres dans la région de Nouo-tsou. Cette partie du Yun-nan est traversée par le Pa-ta-'ho, coulant au fond de canyons profonds entaillés dans le Dévonien moyen formé de bancs calcaires et de calcaires marneux extrêmement fissurés où les vibrations marginales s'exercent au sommet des à-pics avec la plus déplorable facilité, au grand dommage de la ligne ferrée qui passe dans le thalweg sous les à-pics.

J'ai pu déterminer avec précision la position exacte de l'accident géologique qui cause ces mouvements séismiques. La petite Carte ci-contre montre que l'aire ébranlée affecte la forme d'une ellipse allongée à peu près N. N. E. Or. j'ai décrit plus haut, (pages 306 et 308) deux fractures très importantes dans cette région. L'une est la grande fracture des lacs, exactement jalonnée par les grands lacs de fracture de Iang-tsong, Tch'eng-kiang et Tong-'hai ; on a vu que j'ai pu suivre cet important accident beaucoup plus au nord jusque vers le haut Fleuve Bleu sur une longueur de plus de 300km. Une fracture parallèle à la précédente coupe le Pa-ta-ho au-dessus de Siao-long-tan, puis passe à l'est de Po-shi pour gagner avec une direction N. N. E. comme celle de la fracture des lacs, la région de Lou-nan. C'est celle que nous avons appelée faille de Lou-nan. On constate sur la figure que les premières isoséistes sont nettement serrées autour de cette faille et que l'ensemble s'allonge exactement dans sa direction. Il se produit donc dans cette région un mouvement d'ensemble de tout un voussoir de l'écorce compris entre les deux grandes fractures, mais, comme le montre la disposition des isoséistes, avec un mouvement de bascule, puisque la faille orientale a joué fortement, tandis que la fracture des lacs ne paraît pas avoir rejoué sensiblement.

La région séismique considérée ici est excessivement plissée ; des charriages s'y montrent ; les plis hercyniens et himalayens s'y superposent ; elle se trouve, en outre, à la jonction de la grande aire paléozoïque occidentale, poussée comme je l'ai montré antérieurement sur un grand géosynclinal triasique oriental ; si l'on ajoute une série de grandes fractures N. N. E, souvent même N. S. on se rendra compte que cette zone se trouve dans les conditions d'instabilité les plus grandes.

Pour compléter ces données, j'indiquerai qu'au mois de janvier 1911, alors que j'explorais la région située à l'est de la fracture de Lou-nan, j'ai nettement entendu à plusieurs reprises, par un ciel parfaitement pur et ne pouvant par conséquent être attribués à un phénomène métorologique, des retumbos qui n'ont été accompagnés d'aucune secousse perceptible. Depuis, une seule faible secousse s'est produite le 1er mai 1911. Mais il est à craindre que la faille orientale ne joue de nouveau (1).

Je me permettrai de faire ici une remarque, c'est qu'avant d'établir des travaux aussi importants que la ligne ferrée du Yun-nan, il serait vivement à souhaiter que des observations séismologiques fussent faites. Nous venons de voir que la ligne ferrée traverse dans sa plus mauvaise partie la région épicentrale des séismes.

Nous devons donc exprimer le souhait que l'Indochine et le Yun-nan puissent être le siège d'observations séismologiques. Notre Colonie est complètement dépourvue d'appareils séismographiques et il serait du plus haut intérêt que des séries continues d'observations puissent y être faites.

(1) De nombreuses secousses dont plusieurs très fortes ont été ressenties dans la région épicentrale de Po-shi depuis le mois de janvier. De plus un autre foyer d'ébranlement s'est révélé par une violente secousse dans la région de Mong-tseu. (Note ajoutée pendant l'impression).

4e Section. — Physiographie

Introduction

NÉCESSITÉ DE RECOURIR A LA NOTION DU « MOUVEMENT ÉPÉIROGÉNIQUE » POUR EXPLIQUER LES TRAITS ACTUELS DU RELIEF ASIATIQUE ET EXTENSION DE CETTE NOTION AU YUN-NAN

Dans les chapitres précédents nous venons de montrer l'établissement des lignes directrices de plissements et du réseau des failles. Mais, si au point de vue purement tectonique nous y trouvons des faits nouveaux et intéressants, il nous faut reconnaître que cette étude ne peut en aucune façon expliquer les traits géographiques principaux du Yun-nan oriental.

Deux caractères principaux doivent frapper d'abord l'observateur ; j'ai déjà eu l'occasion d'insister à cet égard au début de ce Mémoire. Tout d'abord, la juxtaposition de formes topographiques jeunes, récentes, témoignant d'un creusement rapide dans des vallées très profondes aux versants escarpés, et de formes mûres, adoucies autant que faire se peut dans les régions de sommets, témoignent de cycles d'érosion très différents. D'autre part un fait très important est celui-ci : d'une façon générale les directions orographiques ne coïncident pas avec les directrices des plissements et si quelquefois les cours d'eau ont pu localement dans leur travail d'érosion être guidés par la direction des plis rencontrés en profondeur, ceci ne revêt qu'un caractère local et dont l'exception fait ressortir davantage l'indépendance des directrices tectoniques et de la sculpture actuelle dans la plupart des cas.

Comme le fait remarquer justement Bailey Willis (1) les directrices des plissements, les « leitlinien », indiquent la structure générale du continent asiatique et à ce point de vue leur étude, que Suess a poussée aussi loin que possible, a fourni des résultats qui restent entiers au point de vue tectonique, mais qui, au point de vue morphologique, sont complètement incapables de rendre compte des grands traits du relief actuel.

Dans une région où les synclinaux correspondent aux dépressions et les anticlinaux aux lignes de hauteurs, on peut admettre une relation de cause à effet entre les plissements et les directions orographiques. Mais au Yun-nan, il n'en est pas du tout de même et il nous faut chercher une toute autre cause aux altitudes énormes, aux formes mûres des régions hautes et à la jeunesse des vallées qui les entaillent.

C'est ici que nous allons recourir à la notion des « *mouvements épéirogéniques* » que les géologues et morphologistes américains ont su rendre si féconde et dont M. de Martonne surtout s'est fait en France le protagoniste heureusement inspiré.

Avant d'entrer dans le détail des descriptions qui montreront la nécessité de recourir à une telle interprétation, je rappellerai comment dans les régions asiatiques d'autres géologues et géographes ont reconnu l'obligation de s'affranchir de cette notion des lignes directrices et de recourir à celle des mouvements épéirogéniques récents, par rapport aux mouvements orogéniques du milieu du Tertiaire, puisqu'il faut les attribuer au Quaternaire, non pas le plus ancien, et admettre même qu'ils n'ont pas achevé actuellement leur œuvre, selon toutes probabilités.

(1) Bailey Willis, *Research in China* Vol. II, p. 117.

Suess a envisagé déjà dans son monumental ouvrage de l'*Antlitz der Erde*, des faits témoignant de vastes mouvement d'ensemble du continent asiatique, mais il a choisi l'explication des mouvements « eustatiques », celle du changement de niveau des mers.

Richthofen dans son grand ouvrage sur la Chine indique la structure du Chan-toung que Bailey Willis nous a montré récemment être une pénéplaine, comme étant celle d'une région aplanie par l'érosion, mais par abrasion marine (1).

V. Loczy (2) a insisté sur la structure des régions de hauts sommets dans le Sseu-tchoan tibétain et le Yun-nan tibétain, en montrant l'allure particulière des hauteurs aux pentes aplanies dont la surface topographique recoupe obliquement des couches très plissées ; ces surfaces d'érosion séniles dont l'altitude atteint 4.000 m. sont séparées par des gorges d'une profondeur énorme.

Les détails donnés par Von Loczy nous ont permis de reconnaître la même succession de faits dans tout le Yun-nan et les Alpes tibétaines. Nous savons par Sven Hedin que malgré la hauteur énorme des sommets du plateau tibétain, dans des régions où l'altitude atteint 5.000 m., la différence de hauteur ne dépasse pas 1.000 m. entre les sommets et les vallées (3).

Davis et Bailey Willis, le premier au Turkestan, le second dans la Chine septentrionale ont pu, en constatant la généralité de faits analogues dans les régions qu'ils ont étudiées, préciser le caractère de ces observations et montrer que dans l'interprétation des reliefs asiatiques actuels, on ne peut échapper à la nécessité de recourir à l'intervention des mouvements épéirogéniques. M. de Martonne (4), dans une analyse des travaux de Davis et de Bailey Willis, remarquable de clarté, a résumé les données principales recueillies par Davis et ses compagnons, données montrant que le Tien-chan et le Fergana faisaient partie d'une vaste pénéplaine à la fin du Tertiaire, pénéplaine résultant d'une érosion très prolongée avec nivellement de tous les accidents tectoniques. Puis un soulèvement en bloc a provoqué le relief actuel ; ce soulèvement, type de mouvement épéirogénique, était accompagné de gauchissements provoquant la formation de bassins ou de bombements, avec accompagnement de failles, ou simplement de flexures marginales « limitant parfois les blocs soulevés, dont le rebord est attaqué vigoureusement par l'érosion en y creusant des gorges sauvages séparées parfois par des crêtes étroites. La continuation du soulèvement jusqu'à une époque récente est attestée par le ravinement des terrasses en dépôts accumulés par les torrents au pied de la montagne ». (De Martonne). — Les figures de Davis montrant les formes du Tien-chann, par exemple dans le Boural-bas-taou, sont typiques à cet égard et je montrerai plus loin qu'au Yun-nan, on observe des types topographiques exactement semblables.

Les photographies rapportées par A. Stein du Kwen-lun et du Pamir sont également suggestives (5). Les panoramas qu'a publiés la Royal Geographical Society montrent des plateaux réguliers de 4.000 à 5.000 m. d'altitude, entaillés par de formidables vallées profondes de plusieurs milliers de mètres. Une des plus caractéristiques est celle qui représente une vue prise au S. de Khotan, sur la vallée du Yoroungach et qui représente nettement une région plissée, rabotée par une pénéplanation intense et entaillée ensuite profondément par les cours d'eau à la faveur du lent relèvement de la région. Nous verrons que la structure du Kiao-ting-chann dans le Yun-nan septentrional, entaillé par la gorge profonde de 3.000 m. du Kin-cha-kiang, aux affluents torrentiels séparés par des crêtes étroites, est tout à fait comparable, comme le montrent mes photographies, à celle illustrée par Stein.

Oestreich (6) a rapporté du Haut-Indus et du Cachemire des observations qui montrent l'existence de régions transformées en surfaces séniles et qui ont été soulevées à une hauteur énorme en même temps que s'approfondissait puissamment le réseau des vallées.

---

(1) *China*, t. II, p. 233-36.

(2) *In* Szechenyi. p. 828.

(3) *Scientific résults of a journey through Central Asia*, t. IV, pl. 70 et 71 et *id*, t. IV, chap. XXIII, *Orography of the tibetan highlands.*

(4) La Géographie, t. XXIII, 1911, p. 43-58.

(5) *Mountain panoramas from the Pamirs and Kwen-lun*, Roy. Geogr. Soc. Londres 1908.

(6) *Betrachtungen über die Hochgebirgsnatur des Himalaya*, Verh. XVI d. Geogr. Nuremb, 1907, p. 4450, et *Die Taler des nordwestlichen Himalayas*, Pet. Geogr. Mit. Erganzunsheft, n° 155 (1907).

Mais les données les plus complètes ont été apportées par Bailey Willis à la suite de son exploration dans la Chine septentrionale et centrale et il a pu apporter une précision très complète dans l'étude des cycles d'érosion dûs aux mouvements récents. Je crois utile, étant donné que nous aurons à comparer étroitement nos données avec celles de cet auteur, de résumer rapidement les beaux résultats du savant américain ; mais comme ce résumé a déjà été fait par Bailey Willis lui-même dans le 2e volume de *Research in China* et qu'on ne saurait le présenter mieux que l'auteur lui-même ne l'a fait, je me permets d'interpoler ici le passage de Bailey Willis relatif à ces conclusions générales : vol. II, Systematic Geology, (p. 98-99) :

« Warping, that is, nearly vertical displacement of different parts of the surface to unequal amounts and often in opposite directions without dislocation, has been a general effect of diastrophism, especially during the later Tertiary and Quaternary. And the displacements have been so conditioned in time and place as to give raise to cycles of erosion which can be distinguished in the plains, plateaus, ranges, and rivers of the continent. They have been described in the physiographic study of the districts through which we passed, as presented in Volume I. Then the surface is analyzed, the development of streams is traced, and the interaction of diastrophic movements which erosion is presented. The climatic factor is also recognized applied to aid in fixing the date of initial loess deposition.

Four phases are distinguished : the first or oldest is a peneplain, a very ancient and also very aged form, which is known from various parts of northern Asia, and a remnant of which we named from its preservation in the highest dome of the Wu-t'ai-chann, the Pei-t'ai form, developped during the Pei-t'ai cycle.

The next younger is a surface of mature erosion, which replaced any older features in most of the areas we saw. It is a surface of moderate relief, characterized by wide valleys and hills rarely a thousand feet high. It is typically developped near Tang-hién, Chï-li, and we call it the T'ang-hién stage.

The third phase was one of aggradation in north China, the time of the early loess deposits. The moderate relief of the preceding stage was to a notable extent buried beneath de Huang-t'u, a formation consisting of wind-sorted waste from the deserts of central Asia, whence the dust was brought chiefly by rivers. The partly buried hills along the western margin of the Great Plain of eastern China, afford an illustration of the aspect of Chï-li, Shan-si, and northern Shen-si at the time. The great mountain ranges had not attained their present height. Attributing the desert waste to the climatic changes from Tertiary to Pleistocene, which may have become effective in late Pliocene to the extent observed, we assign this phase to that time and to the opening of the Pleistocene. We designate it the Hin-chou stage, after the Hin-chou loess basin in Shan-si.

The fourth and present physiographic stage we named for North China the Fon-ho, from the river of that name, which, though older than the Fon-ho epoch, still flows through the Shan-si among characteristic features of that stage. For South China, where the physiographic relations are somewhat different, we applied the name Yang-tzi to what is very nearly or precisely the same time division. It is an epoch of very decided moutain growth in China ; and if, as I believe, the principal continental upwarp of central Asia is largely of the same date, it is the time of one of the most remarkable diastrophic movements of which we have knowledge. It appears to fall chiefly within the Quaternary, but may extend back into the Pliocene. The typical features are warped and faulted surfaces, which result from downward and upward movements of adjacent masses that underlie basins and graben or constitute plateaus and mountain ranges. The amount of sculpture is relatively slight, but great canyons like the Yang-tzi gorges have been cut by antecedent rivers ».

Bailey Willis a étendu ces considérations à toute l'Asie centrale et orientale. Nous allons montrer comment à propos du Yun-nan, elles trouvent leur application et nous chercherons quelle relation, on peut établir entre les cycles d'érosion au Yun-nan et ceux de la classification du savant américain.

Les cycles d'érosion dans le Yun-nan oriental depuis les plissements himalayens

Ancienne pénéplaine tertiaire posthimalayenne : La phase de plissement himalayenne a été suivie d'une longue époque de calme pendant laquelle la pénéplanation de la région a été poussée à un degré considérable. Tout le Yun-nan a été fortement arasé et transformé en une surface d'érosion très avancée qui recoupe complètement les plis tertiaires ; dans les régions environnantes, en Birmanie, on reconnaît une grande surface de dénudation ancienne dans des plateaux fortement plissés ; dans le Tibet oriental, il en a été de même d'après les indications données par V. Loczy sur la région qu'il a traversée autour de Ta-tsien-lou.

Cette ancienne pénéplaine tertiaire dont la formation a commencé au Yun-nan après les grands mouvements orogéniques himalayens n'est plus représentée que par des surfaces isolées. Suivant le système employé par Bailey Willis pour la Chine septentrionale et centrale, j'appellerai d'un nom particulier chaque cycle pour plus de commodité dans la description et j'emploierai dans le cas présent le terme de *pénéplaine et cycle du Kiao-ting-chann*, du nom de la grande masse montagneuse située entre le Pou-tou-'ho et le Pou-tché'-ho qui offre dans sa partie supérieure les traces très nettes de cette vieille pénéplaine.

Cycle d'érosion antérieur aux fractures pliocènes : Cette ancienne pénéplanation posthimalayenne a été suivie d'un cycle d'érosion prolongé qui y a creusé des vallées dont les restes apparaissent surtout à l'heure actuelle sous forme de seuils ou de crêtes allongées ; en beaucoup de points, ce cycle a été poussé assez loin pour détruire les restes du cycle du Kiao-ting-chann. Ses traces montrent des vallées très mûres, aux versants tout à fait adoucis ; ces vallées ont pu prendre parfois une extension assez grande pour former de véritables pénéplaines locales renfermant encore de rares hauteurs peu accentuées comme dans le cas du Tsouéi-wei-chann, ou du Wou-tsa-chann. J'appelle ce cycle : *cycle du Tsouéi-wei-chann*, du nom de la région de collines de Trias supérieur du Pa-ta-'ho à l'est d'A-mi-tchéou toute d'altitude si remarquablement égale, formant des hauteurs aux sommets rectilignes et horizontaux comme le montre la figure.

Période de fracture : Cette seconde période d'érosion provoquant une phase nouvelle de maturité fut interrompue brusquement par une période caractérisée par des affaissements de la région sur d'énormes surfaces, le long de lignes de fractures extrêmement puissantes, fractures qui disloquèrent les vallées et les surfaces aplanies du cycle du Tsouéi-wei-chann. Nous avons vu comment cette période de fracture donna naissance à une série nombreuse de lacs linéaires, en général allongés N. N. E. et s'alignant sur de considérables longueurs et formant des fosses en chapelet jalonnant le parcours des grandes fractures.

Il est incontestable qu'une telle topographie n'a pu prendre naissance que dans une région peu élevée et d'altitude assez régulière.

Cycle d'accumulation de Lin-ngan : A la période de fractures succède une longue ère de tranquillité, pendant laquelle l'érosion s'appliquant à dégrader les irrégularités causées dans la topographie par la période de fracture précédente et à reprendre et achever l'œuvre du cycle du Tsouéi-wéi-chann accumule dans les dépressions linéaires de considérables quantités de dépôts fluvio-lacustres, avec formation de loess typique. Les conditions climatériques étaient alors telles que Bailey Willis les a indiquées pour l'époque de la formation du loess dans la Chine nord-occidentale (1). Comme le fait remarquer cet auteur,

(1) « Believing that, toward the close of the Tertiary, there was a notable change of climate resulting in pronounced aridity in the interior of Asia, we find therein a sufficient explanation for the destruction of the vegetation and the removal of mantle of decayed rock. The change is thought to have been one from a mild moist climate to cold arid climate. Glaciation is excluded by the absence of ary deposits, such as would undoubtely have remained as records if glaciers had developed far beyond the high mountain ridges in which they are now found. The degree of dessication is thought to have been sufficient to give the wind that power which it now possesses as a sorting agent, in those regions where vegetation does not clothe the ground..... The degree of aridity essential to efficiency of wind action is not inconsistent with the continuance of constant streams in larger water-sheds ». (*Research in China* Vol. I. Part. I page 247).

le degré d'aridité essentiel pour permettre le transport par le vent, qui a joué un grand rôle dans la formation des dépôts des grandes dépressions lacustres, n'est pas incompatible avec la constance de l'action de cours d'eau comme agents de transports ; ces conditions se trouvent encore pleinement réalisées à l'heure actuelle au Yun-nan où pendant une partie de l'année, de novembre à fin mai en général, le degré de sécheresse est extrême et le vent journalier transporte en masses les poussières provenant de la décomposition des sols argileux meubles, tandis qu'en été les pluies torrentielles continues pendant un laps de temps suffisant, rendent importants les torrents qui s'en vont aux dépressions. Pendant un séjour d'été au Yun-nan, j'ai vu s'édifier en trois mois sur les bords du lac de Iang-tsong des cônes de déjection torrentiels avançant dans le lac, cônes qui n'existaient pas en juin à la fin de la saison sèche et étaient édifiés à la fin de septembre. J'imagine que les conditions devaient être peu différentes pendant le cycle d'accumulation du début du Quaternaire et ce qui se passe actuellement, sauf le degré d'amplitude des phénomènes en question, beaucoup plus considérables évidemment autrefois comme le montre l'épaisseur des dépôts de transport accumulés dans les dépressions.

J'ai appelé ce cycle, *cycle de Lin-ngan* parce que ce bassin montre au N. de belles accumulations de dépôts de transport.

Soulèvement épéirogénique et cycle du Kin-cha-kiang : La phase précédente de tranquillité qui correspond au début du Quaternaire est remplacée par une phase complètement différente et qui décide de l'allure actuelle du relief au Yun-nan ; elle est caractérisée par un mouvement général de surélèvement en masse, accompagné de production de flexures ; quelques-unes des failles pliocènes jouent de nouveau, mais avec un rôle de ligne de moindre résistance qui permet aux blocs de se réajuster. C'est cette période qui permet au Yun-nan d'atteindre son altitude actuelle et en même temps le réseau hydrographique s'établit ; les affluents des grands cours d'eau captent les lacs, les vident totalement ou partiellement ; l'érosion attaque vigoureusement le rebord des escarpements qui limitent les grands voussoirs des régions déplacées verticalement. C'est pendant ce temps que se creusent les vallées énormes qui entaillent la surface du Yun-nan et du Tibet oriental et dont la vallée du Kin-cha-kiang (haut Fleuve Bleu) est le type ; c'est la période de formation des canyons. Je montrerai par les études locales que cette phase se décompose elle-même en phases successives séparées par des intervalles de stabilité comme le montrent les cycles successifs qui inscrivirent leur action sur les parois des vallées.

DESCRIPTIONS LOCALES

Je vais maintenant passer à la description locale du relief des régions permettant les observations les plus caractéristiques, de façon à étayer les données précédentes sur des faits dûments établis.

I. — Région traversée par le Kin-cha-kiang, entre le confluent du Pou-tou-'ho et le Pou-tché-'ho.

Cette partie du Yun-nan oriental offre des altitudes considérables et il est très remarquable de constater que les régions élevées offrent des lignes de sommets véritablement monotones contrastant avec la profondeur fantastique des vallées, aussi bien du Kin-cha-kiang lui-même que de ses affluents ; la dissection de la région est poussée très loin dans le sens de la verticale, et en même temps le réseau hydrographique est très développé, de sorte que les hautes lignes de sommets sans caractère sont séparées par de nombreuses vallées très profondes, aux versants instables rendant longue et difficile la circulation.

Cycle du Kiao-ting-chann. — Les restes de cette antique pénéplaine sont très peu nombreux, l'érosion du cycle suivant l'ayant fait généralement disparaître. Un reste bien net existe dans le massif du

Kiao-ting-chann, dont la hauteur s'élève à 4.000 m. Je donne une figure (fig. 16 texte) des lignes de sommet de cette région culminante entre le Pou-tché-'ho et le Pou-tou-'ho, dominant de 3100 m. le fond de la vallée du Kin-cha-kiang, dessin fait d'après un groupe de photographies malheureusement brisées. La

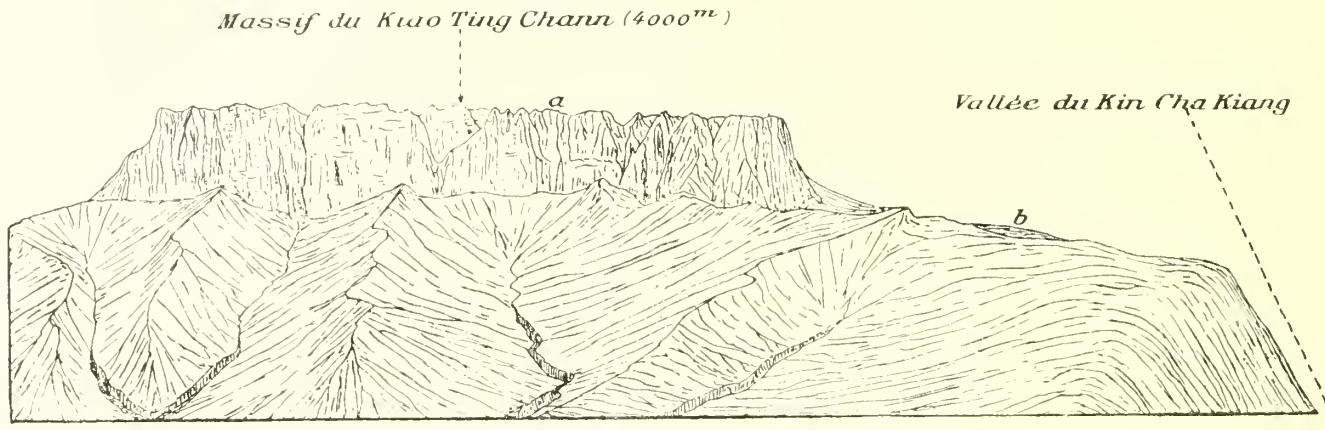


Fig. 16. — Formes séniles dans le massif du Kiao-ting-chann.
a Cycle du Kiao-ting-chann — *b* Cycle du Tsouéi-wéi-chann.

surface du cycle du Kiao-ting-chann se laisse reconnaître dans la ligne de sommets de ce massif, remarquablement plane et découpée par l'érosion actuelle par des gorges étroites qui sont souvent des coupures verticales ; cette surface horizontale décapite les plis très nets qui affectent les calcaires. Au sud du Kiao-ting-chann toute trace de cette pénéplaine post-himalayenne est complètement supprimée par le cycle suivant.

Au N. du Kiao-ting-chann, sur la rive gauche du Kin-cha-kiang, on ne trouve pas non plus de traces nombreuses de l'étage du Kiao-ting-chann, mais seulement des sommets qui en approchent. J'ai cherché dans la fig. 127 (atlas) à synthétiser l'ensemble des lignes du paysage aux alentours du confluent des deux grands canyons du Kin-cha-kiang et du Pou-tou-'ho en supprimant les détails de façon à faire ressortir de façon frappante le contraste entre les canyons aux formes si jeunes et les formes des sommets si réguliers comme altitude. Or, dans ces sommets dont l'altitude moyenne est de 3.400 m., il n'y a plus à rechercher la pénéplaine du Kiao-ting-chann, complètement supprimée par le cycle du Tsouéi-wéi-chann et seuls quelques sommets comme le Ta-luen-chann ou les crêtes éloignées du Mou-yo-chann s'en approchent. Mais ainsi, d'une façon générale le cycle du Kiao-ting-chann est réduit dans toute cette région à des restes peu considérables.

Cycle de Tsouéi-wéi-chann. — Il est mieux conservé. D'une façon générale, il est très disséqué dans cette région et ne présente plus de larges surfaces sans entailles profondes. Dans le massif du Kiao-ting-chann, sur la rive méridionale du Kin-cha-kiang, il forme de longues crêtes à section arrondie, dont la ligne est médiocrement inclinée et qui montrent un stade de maturité très avancé et l'existence de vallées excessivement larges séparées par des lignes de sommet d'altitude faible qu'on peut admettre ne pas avoir dépassé une altitude de 400 à 500 m.

La figure 160 (atlas) représente un levé d'une partie de la région nord du Kiao-ting-chann ; on y voit la régularité des crêtes arrondies ; restes du cycle de Tsouéi-wéi-chann dont les restes forment des lignes de séparation des bassins torrentiels, à section de profil très arrondi, lignes dont la forme douce est due au peu de dureté des schistes cambriens. La fig. 128 (atlas) montre aussi comment au-dessus des gorges profondes du Kin-cha-kiang et de ses affluents, on trouve les vallées mûres de l'étage du Tsouéi-wéi-chann qu'entaillent profondément les premières. En certains points, le travail érosif du cycle du Kin-cha-kiang a été assez puissant pour faire disparaître à leur tour les traces du cycle de Tsouéi-wéi-chann, comme ces dernières ont pu détruire les restes de la pénéplaine du Kiao-ting-chann.

Cycle du Kin-cha-kiang. — J'ai donné dans une série de photographies des exemples de la remarquable vallée du Kin-cha-kiang dans la région de Mo-lou-tchang. Dans la fig. 129 (atlas), on voit comment

les vieilles vallées dn cycle de Tsouéi-wéi-chann sont profondément entaillées par les formidables gorges du Kin-cha-kiang, gorges dont la profondeur verticale atteint actuellement 2.300m. environ au-dessus du thalweg des vallées du cycle de Tsouéi-wéi-chann ; il faut donc admettre cette conclusion qui découle nécessairement de l'observation des faits, qu'entre la fin du cycle de Tsouéi-wéi-chann et le moment présent le haut Fleuve Bleu a dans cette région approfondi son lit de 2.300 m., hauteur qui représente la dénivellation existant entre le thalweg actuel à 910m. sous Mo-lou-tchang et l'ancien fond de vallée de Tsouéi-wéi-chann à 3.200m. environ. Or, ce creusement s'est donc effectué entre la fin du Pliocène et l'époque actuelle, surtout pendant le Quaternaire récent, puisque le début de cette période fut un stade d'accumulation. Mais ici, l'érosion postérieure a été trop puissante pour laisser des traces des dépôts d'accumulation de sorte que nous ne retrouvons pas de traces du cycle de Lin-ngan dont les produits sont déblayés depuis longtemps, tandis que nous les trouverons bien conservés dans les dépressions lacustres formées à la faveur des fractures.

Le cycle du Kin-cha-kiang n'a pas été rigoureusement continu et les vallées successives emboîtées montrent que le mouvement épéirogénique qui a relevé la région et causé l'approfondissement rapide du réseau hydrographique et la formation des canyons n'a pas été absolument continue mais séparée par des phases, courtes d'ailleurs, de stabilité. Comme toutes ces vallées successives ont des parois raides et que l'instabilité des couches très disloquées du complexe cambrien-ordovicien-dinantien de la zone charriée provoque un rapide écroulement des versants, il arrive que un ou plusieurs des cycles secondaires de cet étage peuvent être détruits par les cycles postérieurs ; mais d'une façon générale les diverses périodes de reprise de creusement et de la courte phase de stabilité qui a suivi chacune d'entre elles est nettement indiquée. Par exemple, près de Mo-lou-tchang une section transversale de l'ensemble de la vallée du Kin-cha-kiang est tout à fait instructive (fig. 129 atlas). La partie supérieure de la vallée montre les pentes très faibles d'une vaste vallée du cycle du Tsouéi-wéi-chann ; ensuite s'étagent les vallées secondaires successives admirablement marquées, au nombre de cinq, jusqu'au thalweg actuel. La raideur des versants est la règle dans chacune de ces vallées successives, ce qui provoque un contraste frappant avec les formes arrondies du cycle de Tsouéi-wéi-chann si typiques (phot. A pl. VIII).

La photographie A pl. III est une photographie de la vallée du Kin-cha-kiang en amont du ravin de Mo-lou-tchang ; les différents cycles secondaires de l'étage du Kin-cha-kiang sont nettement marqués sur le flanc droit de la vallée.

Terrasses à 120 m. — Un fait très intéressant est la présence de terrasses apparaissant dans des élargissements du lit du fleuve, à 120 m. d'altitude ; ces terrasses formées de conglomérats et de sables indiquent une phase d'accumulation de dépôts torrentiels encombrant la vallée, mais cette phase fut probablement de très courte durée, car malgré la quantité de matériaux accumulés sur une épaisseur énorme, on peut admettre qu'un temps très court fut suffisant pour les amonceler lorsqu'on voit à l'heure actuelle avec quelle rapidité se forment les monstrueux cônes de déjection torrentiels qui encombrent les vallées affluentes. Du reste ces terrasses du Kin-cha-kiang correspondent nettement à d'anciens cônes de déjection que le fleuve a recoupés ensuite profondément, ce qui a amené la production de terrasses inclinées suspendues au-dessus du fleuve à une hauteur moyenne de 120 m pour le rebord de la terrasse ; ces terrasses se trouvent à l'entrée des ravins torrentiels affluents. J'en ai donné un autre intéressant exemple dans la photographie A planche VIII ; cette dernière a été prise à Mo-lou-tchang même, depuis la terrasse de la petite fonderie de cuivre ; cette photographie montre les énormes à pics hauts de plus de 2.000 m du canyon en aval de Mo-lou-tchang ; le Kin-cha-kiang est très en contre-bas, invisible au fond de la gorge ; l'observateur se trouve dans le ravin de Mo-lou-tchang, affluent du grand fleuve ; au premier plan, on remarque les débris d'une terrasse inclinée plaquée contre la paroi du ravin ; ici encore nous sommes en présence d'un lambeau de la partie haute d'un cône de déjection du cycle IV.

La succession des faits s'explique d'elle-même ; à la fin du cycle IV la vallée du Kin-cha-kiang était encombrée par d'énormes cônes de déjection remontant dans des vallées torrentielles affluentes ; le cycle actuel V a amené un nouveau creusement et le fleuve a recoupé profondément les amas torrentiels, suivant le processus indiqué par la fig. 130 (atlas) et apparent même sur la photographie A pl. III ; les affluents suivant le mouvement de descente du Kin-cha-kiang ont recoupé les cônes édifiés par eux-mêmes et les ont même déblayés en grande partie, laissant parfois de simples placages comme celui de Mo-lou-tchang ou au

contraire laissant les cônes bien conservés comme celui de la photographie B planche III et simplement tronqués par le fleuve principal. Le mouvement de creusement a été poussé assez loin pour que le Kin-cha-kiang ait pu entamer le substratum rocheux sous le cône, creusant ainsi un canyon étroit comme celui qu'on observe en aval du torrent de Mo-lou-tchang.

La dernière gorge, n° V est en pleine voie de creusement à l'heure actuelle ; semé de formidables rapides, le lit du Kin-cha-kiang est loin d'être régularisé et présente une succession de biefs à fort courant cependant, mais lents à côté des rapides tels que celui qui est représenté par la photographie A, pl. III.

Les vallées successives montrent nettement un emboîtement vers l'ouest dans la vallée précédente ; cet emboîtement est caractérisé par un canyon étroit aux parois verticales s'engageant dans la vallée antérieure au contraire un peu élargie. Entre le débouché du Kien-chang et le confluent du Liou-chou-'ho le fleuve offre toujours une étroitesse étonnante ; j'ai mesuré 55 m. de large seulement sous Mo-lou tchang ; il ne faut pas oublier que le Kin-cha-kiang a déjà à son actif en ce point près de 2.000 km. de parcours ; mais cette étroitesse est compensée par la vitesse du courant qui, en dehors des rapides, est de 3 m. à la seconde ; la profondeur pouvant être évaluée en moyenne à 15 m. le fleuve, pour une largeur de 55 m. seulement, offre donc un débit d'environ 2.475 mètres cubes à la seconde, c'est-à-dire très supérieur à celui de la Seine dans ses crues maximum ; or, j'ai observé le Kin-cha-kiang au mois de mars, c'est-à-dire après cinq mois de saison sèche ; il était donc à l'étiage. Les niveaux de crue maxima sont bien marqués et m'ont paru devoir atteindre normalement 10 m. au-dessus de l'étiage ; le fleuve ne pouvant se répandre à droite et à gauche monte rapidement entre ses versants abrupts.

Affluents torrentiels. — Le Kin-cha-kiang reçoit deux grands affluents principaux dans la région qui nous occupe, le Liou-chou-'ho et le Pou-tou-'ho ou déversoir du lac de Kouen-yang, et des affluents torrentiels à parcours réduit. Je m'occuperai d'abord de ceux-ci. Ils onts suivi le mouvement d'approfondissement rapide du Kin-cha-kiang ; leur âge est naturellement différent ; les uns ont débuté à un moment où d'autres n'avaient pas encore commencé à se former, mais d'après leurs profils j'admets que la majorité de ces courts torrents à parcours d'une dizaine de kilomètres au plus, souvent beaucoup plus courts, ont débuté avec le creusement du cycle II du Kin-cha-kiang ; ils sont très nombreux, très rapprochés et séparés par d'énormes crêtes aux versants rapides, ce qui fait que la circulation est presque impossible le long du fleuve. J'ai donné des photographies qui montrent clairement l'allure de ces affluents torrentiels ; la phot. B pl. VIII montre la base du ravin de Mo-lou-tchang vue de la côte 2.025 ; la phot. B pl. IV montre une crête de séparation de deux torrents, vue prise de Yao-poun-tzeu. Cette photographie montre un ensemble de faits intéressants : on y remarquera d'abord les crêtes aiguës du dernier plan, découpées dans la surface ancienne du cycle de Tsouéi-wéi-chann ; puis les restes de la vallée du cycle I du Kin-cha-kiang se dessinant en crêtes adoucies de part et d'autre de la vallée ; au-dessous la pente rapide du grand contrefort du 2e plan montre la vallée II ; l'encaissement est tellement prononcé que les derniers cycles ne sont pas visibles non plus que le thalweg du Kin-cha-kiang ni du torrent affluent.

Il me paraît intéressant de rapprocher cette photographie de certaines de celles que Stein a prises dans le Kwen-lun : que l'on compare et on sera frappé de cette même allure des crêtes découpées par l'érosion dans un cycle ancien ; la forme des sommets dominants est la même avec la même allure des gorges formidables, profondes de plusieurs milliers de mètres comme dans le cas des gorges du Nissa et du Yoroungach ; les figures 127 et 128 de l'atlas où j'ai indiqués seulement les grands traits du paysage rappellent également cette structure. Les mêmes causes ont engendré les mêmes effets et à des distances énormes le continent asiatique montre des faits identiques.

Je n'insisterai pas sur le côté pittoresque de ces splendides gorges qui, malheureusement, seront toujours d'un accès très difficile et où, étant donné la rapidité avec laquelle les versants se démolissent, il sera toujours extrêmement difficile d'établir les voies de communication, assez inutiles du reste à moins que l'exploitation des mines de cuivre ne prennent un jour une extension qui n'est guère à prévoir.

Je vais examiner rapidement la manière d'être de quelques grands affluents de la rive méridionale du Kin-cha-kiang dont j'ai fait une étude particulière, le Liou-chou-'ho et le Pou-tou-'ho.

II. — Cycles d'érosion dans le bassin du Liou-chou-'ho

Nous allons reconnaître partout des faits semblables à ceux que nous venons de signaler. Prenons le Liou-chou-'hò à sa source, au lac de Tche-hou-kiang, il s'encaisse immédiatement à la sortie du lac dans un synclinal de Permien qui le conduit à la grande zone de fracture prolongeant dans le nord du Yun-nan oriental la zone de cassure des lacs orientaux, puis il s'engage dans cette fracture et la suit jusqu'à son confluent avec le Kin-cha-kiang à l'ouest de Tong-tchouan. Si l'on s'élève de part et d'autre sur les flancs de la vallée excessivement profonde aux parois abruptes, on observera comme dans la vallée du Kin-cha-kiang une série de vallées élémentaires emboîtées, dont l'ensemble offre une profondeur considérable et dont l'allure en forme de canyon est la règle ; mais où qu'on aborde la partie supérieure des à-pics, on débouche invariablement, souvent après de très difficiles escalades sur les versants si raides, sur des lignes de sommets monotones, plates et tabulaires dans le cas où ce sont les bandes calcaires ouralo-permiennes qui affleurent, et en forme de dômes ou longues croupes si ce sont des bandes cambriennes ou de labradorite. Ces lignes de sommets pourtant très élevées puisque dans le Kong-chann, le Ta-sin-chann, l'altitude se tient aux environs de 3.200 m. sont entaillées par d'énormes ravins séparés par des crêtes étroites; nous retrouvons dans les longues croupes des sommets les restes du cycle du Tsouéi-wéi-chann entaillé par les profondes gorges du cycle du Kin-cha-kiang.

A mesure que le Liou-chou-'ho s'avance vers le nord, il s'encaisse de plus en plus et aboutit au Kin-cha-kiang entre des lignes de crête de 3.500 m., appartenant au cycle du Tsouéi-wéi-chann ou montrant parfois elles-mêmes des crêtes surbaissées approchant vers la cote 3.500 m. de la pénéplaine du Kiao-ting-chann.

Les affluents du Liou-chou-'ho que j'ai pu étudier très en détail, offrent en général des sections montrant admirablement les vallées successives emboîtées. La vallée du Tchang-hi-'ho notamment offre de bonnes coupes. On observe régulièrement à la partie supérieure les longues croupes, restes du cycle du Tsouéi-wéi-chann entaillées par des ravins colossaux, des cirques de réception torrentiels aux parois étonnamment rapides, croulantes, et en général, un gigantesque cône de déjection au sortir du goulet.

Cônes de déjection. — La vallée du Tchang-hi-'ho entre Tien-cha et Tchang-hi, mériterait d'être appelée la vallée des cônes, tellement ils sont nombreux et puissants ; en général, ils débordent latéralement l'un sur l'autre. La figure 8 (texte) donne une idée précise de l'abondance de ces formations. Le voyageur qui traverse cette région ne peut manquer d'être frappé de la puissance et de la rapidité de l'érosion dans cette région.

Ici une observation d'un grand intérêt se présente ; on constate que beaucoup de ces énormes cônes de déjection sont entaillés fortement par le torrent qui leur a donné naissance et qui s'y est creusé une gorge profonde d'une vingtaine de mètres ou davantage, et en même temps que le Tchang-hi-'ho aussi recoupe profondément ces cônes ; or, nous retrouvons ici les mêmes phénomènes que dans la vallée du Kin-cha-kiang et ce sont les cônes du cycle IV qui sont ainsi entaillés par la vallée principale et par l'affluent même qui leur a donné naissance, et ce qui est significatif, c'est de voir combien est grande par ailleurs la fraîcheur du cône de déjection ; on constate ainsi avec évidence que le creusement de la gorge qui entame le cône est de formation relativement très récente. La fig. 8 (texte) montre au premier plan un cône entamé par son propre torrent, et au milieu de la figure la base d'un autre cône dont toute la partie supérieure a été déblayée par le Tchang-hi-'ho. A côté de ces cônes qui correspondent au cycle IV de l'étage du Kin-cha-kiang, on observe d'autres cônes dont l'édification se poursuit à l'heure actuelle et qui sont entaillés par le cours d'eau ; même, régulièrement, à la sortie de la gorge à pente rapide creusée dans des cônes du cycle IV s'étale un nouveau cône en formation.

Ces faits sont du plus haut intérêt, car ils montrent qu'à l'heure actuelle le Yun-nan est en pleine voie d'érosion et la démolition rapide des parties élevées s'accomplit partout à la fois.

La vallée du Wou-long-'ho, autre affluent du Liou-chou-'ho montre aussi près de Wou-long un développement superbe des cônes d'érosion des cycles IV et V, ce dernier étant le cycle actuel.

Un des plus intéressants affluents du Liou-chou-'ho est le Pou-tché-'ho. Dans son cours supérieur en amont du village de Pou-tché-'ho, il débute par un ravin très profond ouest-est aux parois rapides, puis sous le col de Tsouen-tien-po, il tourne brusquement et coule du sud au nord pendant assez longtemps ; au nord du col, près de Pou-tché-'ho on distingue admirablement les vallées successives emboîtées : dans la fig. 131 (atlas), j'ai calqué exactement les lignes maîtresses d'une photographie 13 × 18 ; on voit les vallées II, III et IV; la vallée I et le cycle du Tsouéi-wéi-chann sont plus hauts en dehors de la figure ; quant au cycle V de l'étage du Kin-cha-kiang, il est en aval et la figure 131 (atlas) montre seulement la gorge de raccord du cycle IV avec le cycle III, bordé par une remarquable terrasse en pente douce ; cette figure offre la particularité d'un grand cône de déjection très surbaissé occupant l'axe de la vallée et sur lequel divague le Pou-tché-'ho avant d'atteindre un joli petit lac qui barre la vallée ; ce fait complètement accidentel est dû à un énorme éboulement de 400m. de haut, long de 600m. environ, cubant environ 9 millions de mètres qui a complètement bouché la vallée à hauteur de Pou-tché-'ho ; un lac de barrage s'est installé et le torrent trouvant là un niveau de base inattendu y a édifié aussitôt un delta torrentiel.

Mais là n'est pas le principal intérêt de cette figure et de la région qu'elle représente. On remarquera au dernier plan le col de Tsouen-tien-po, qui à la côte, de 1.830m., correspond exactement comme profil au cycle II du Kin-cha-kiang ; or, dans le prolongement de la branche nord-sud du Pou-tché-'ho, au sud du col de Tsouen-tien-po se trouve la vallée du Wou-long-'ho, alignée aussi à peu près nord-sud ; les vallées du cycle II de l'étage du Kin-cha-kiang du Wou-long-'ho et du Pou-tché-'ho sont exactement dans le prolongement l'une de l'autre, mais à hauteur de Wou-long, le Wou-long-'ho prend tout à coup la direction N. E. parallèle aux plis pour rejoindre le Liou-chou-'ho, tandis que le Pou-tché-'ho au pied du col de Tsouen-tien-po se coude tout à coup vers l'ouest pour prendre sa source dans un ravin escarpé. Dès lors, la genèse des faits apparaît très clairement (voir la figure 162 atlas) : pendant le cycle II le Wou-long-'ho passait directement par le col de Tsouen-tien-po qui représente le fond de la vallée II, dans la vallée du Pou-tché-'ho qui ne faisait ainsi qu'une avec la sienne ; pendant le cycle III le Wou-long-'ho fut capté en amont de ce qui est actuellement le col de Tsouen-tien-po par un affluent du Liou-chou-'ho parallèle aux plis, qui l'a dérivé, et en aval un affluent latéral du Pou-tché-'ho est devenu la vraie rivière de ce nom ; l'approfondissement des deux cours d'eau continuant rapidement ensuite le col de Tsouen-tien-po a formé un verrou de plus en plus élevé, une cloison haute et étroite interceptant l'ancienne axe de vallée et qui offre toujours avec précision le profil de l'ancienne vallée II ; nous assistons donc nettement à un phénomène de capture effectué à la fin du cycle II de l'étage du Kin-cha-kiang.

Plus au nord le Pou-tché-'ho avant de rejoindre le Liou-chou-'ho s'approfondit rapidement, offrant des cônes de déjection torrentiels de dimensions énormes, inusitées dans les chaînes que nous sommes habitués à connaître et les cônes alpins feraient souvent pauvre figure et par leur nombre et par leurs dimensions auprès de leurs semblables de la région qui nous occupe. Ici encore nous retrouverons, à hauteur de Lao-tchang des cônes appartenant au cycle IV entaillés par le cycle V et d'autres appartenant à ce dernier ; la vallée en ce point devient impraticable et tous les sentiers, du reste toujours très mauvais et dangereux, doivent s'établir sur des cycles plus anciens aux pentes plus douces.

De Ta-me-chann, un excellent point d'observation permet d'embrasser nettement l'ensemble des caractères de la région. A l'est, on voit s'allonger parallèlement les longues croupes régulières du cycle de Tsouéi-wéi-chann cotant 3.200 m. séparant le Wou-long-'ho du Liou-chou-'ho. Sur leurs flancs, on distingue nettement les différents niveaux de l'étage du Kin-cha-kiang ; le niveau 11 forme entre les vallées du Wou-long-'ho et celle du Pou-tché-'ho une longue croupe arrondie sculptée dans les labradorites : aux pieds de l'observateur, la gorge du Pou-tché-'ho s'ouvre béante, encombrée d'énormes cônes de déjection ; à l'O., au contraire on voit se dresser beaucoup plus haut la ligne rocheuse à surface régulière de la vieille pénéplaine du Kiao-ting-chann, autour de laquelle rayonnent de longues croupes presque horizontales de l'étage du Tsouéi-wéi-chann, et enfin un peu au-dessus du point d'observation situé à 2.050m., à son niveau et au-dessous s'étagent les cycles du Kin-cha-kiang, aux parois de plus en plus abruptes à mesure que l'on gagne les thalwegs des torrents, la forme canyon type terminant régulièrement la partie inférieure des vallées ; en même temps le nombre de vallées secondaires est multiple et cela, joint à leur profondeur montre une dissection avancée de la région, et si rapidement poursuivie que malgré l'époque relativement récente où elle a débuté, la surface mûre a été tellement travaillée déjà que les

points où l'on peut observer une surface plane de quelque étendue, reste des vieilles pénéplaines, sont exceptionnels.

III. — Cycles d'érosion dans le bassin du Pou-t'ou-'ho.

La vallée du Pou-t'ou-'ho complète les observations précédentes. Ce cours d'eau sert de déversoir au lac de Kouen-yang. Il coule dans une direction presque nord-sud et depuis son confluent avec le Kin-cha-kiang jusqu'à sa sortie du lac de Kouen-yang, il a exactement en ligne droite 170 km. en ne tenant pas compte des sinuosités, du reste peu accusées, que décrit la rivière.

Une coupe transversale de la vallée du Pou-t'ou-ho un peu en amont du confluent avec le Kin-cha-kiang est très suggestive et montre comment la vallée du Pou-t'ou-'ho a évolué en suivant fidèlement les vicissitudes de celles du Kin-cha-kiang ; la figure 132 (atlas) montre l'allure de canyon excessivement profond offert par la vallée. A la partie supérieure des à-pics se dessine la surface aplanie du cycle de Tsouéi-wéi-chann ; au-dessous s'étagent les vallées successives du cycle du Kin-cha-kiang, aux versants de plus en plus rapides jusqu'au canyon étroit terminal ; ce dernier, par lequel la rivière aboutit au Kin-cha-kiang, se termine à l'amont dans le fond étroit et aux versants rapides, mais cependant un peu plus larges, de la vallée IV. Il offre dans sa partie terminale des chutes et des rapides. Le confluent du Pou-t'ou-ho et du Kin-cha-kiang est une des choses les plus imposantes qui se puisse voir ; les deux gorges se réunissent à l'extrémité de la vertigineuse arête du Sa-wong-chann et leur profondeur est telle que sauf depuis quelques points de la vallée du cycle II les thalwegs sont invisibles.

La photographie A pl. IV montre nettement le canyon de base et les vallées emboitées IV et III aux versants prodigieusement rapides, atteignant 40 ° ₀ de pente dans la vallée III et 47 ° ₀ dans la vallée IV sur le flanc est.

En amont du confluent du Ki-t'ou-'ho et du Pou-t'ou-'ho la gorge V disparaît et la vallée offre alors l'allure représentée par la photographie C pl. VIII ; le thalweg est installé dans la vallée du cycle IV.

Les vallées affluentes du Pou-t'ou-'ho présentent toute cette forme remarquable, avec leurs pentes d'une rapidité énorme ; si l'on remonte ces vallées étroites on les voit se terminer dans le massif du Kiao-ting-chann par de profonds bassins de réceptions torrentiels aux parois presque verticales, extrêmement étroits, tandis qu'au-dessus s'étalent les formes presque horizontales des vieilles vallées du Tsouéi-wéi-chann ; il en résulte que le chemin qui suit le Pou-t'ou-'ho est très difficile, soumis à des dénivellations énormes, car, obligé le long de la rivière de se maintenir à une grande hauteur sur le flanc de la vallée du cycle II, les pentes des cycles inférieurs étant beaucoup trop rapides, il doit, soit contourner les têtes des ravins latéraux, soit les franchir par des descentes brusques et longues, sur des versants en voie d'écroulement constant. Je prendrai comme exemple le passage du Ki-t'ou-ho à Ki-t'ou ; le sentier qui part de la cote 2.000 à He-pou descend sur 1.500 m. en projection horizontale au fond du ravin de Ki-t'ou à 990 m. et remonte de suite sur 3 km. à la côte 2.270 à Ta-tzeu ; la photographie D pl. VIII montre le ravin de Ki-t'ou ; elle indique également la forme abrupte des têtes de ravins entaillés au fond de la photographie dans le cycle de Tsouéi-wéi-chann.

Le torrent de Tou-mou-nyi offre à un haut degré ce caractère de vallées torrentielles creusées par une érosion puissante et rapide ; les ravins dont l'ensemble constitue ce torrent, entaillent profondément les restes du cycle de Tsouéi-wéi-chann. La photographie B pl. X a été donnée pour montrer ce fait : elle offre au dernier plan la surface calcaire du cycle de Tsouéi-wéi-chann profondément entaillée par le ravin de Chou-kou qui se transforme en canyon au-dessous du village. Le canyon de Hou-tsou, dont la photographie C pl. V est une représentation, montre un canyon typique entaillant la surface horizontale du cycle de Tsouéi-wéi-chann dans la masse des calcaires ouraliens du Wou-long-ma.

La photographie E pl. VIII est aussi très caractéristique : elle montre l'aval du canyon de Tou-mou-nyi dont le thalweg est invisible, surplombé par d'énormes à pics : au second plan la gorge du Pou-t'ou-'ho ne montre pas non plus sa partie inférieure trop encaissée ; de l'autre côté de la vallée une crête régulière appartenant au cycle I du Kin-cha-kiang sépare la gorge du Pou-t'ou-'ho de celle du Kin-cha-

kiang qui coule de l'autre côté dans une gorge aussi profonde limitée au dernier plan par des hauteurs offrant les restes du cycle de Tsouéi-wéi-chann et des sommets tendant à s'approcher du cycle du Kiao-ting-chann.

Si on suit le cours du Pou-t'ou-'ho en le remontant vers l'amont, on voit peu à peu disparaître les vallées les plus anciennes et le thalweg de la vallée du cycle IV se maintenir au contraire jusqu'au lac de Kouen-yang et la capture de ce dernier s'effectuer par cette vallée ; la disposition des vallées antérieures s'explique de façon très simple : la vallée du Pou-t'ou-'ho, avant le début des mouvements épéirogéniques était déjà esquissée dans le cycle I de l'étage du Kiao-ting-chann, survint la phase de soulèvement épéirogénique ; le cours d'eau se mit alors à entailler son lit, suivant en cela le mouvement du Kin-cha-kiang ; mais la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann fut complètement déformée à partir de ce moment par les mouvements épéirogéniques, le mouvement de surélévation maximum se faisant sentir surtout vers le nord, avec accompagnement de gauchissements et de déplacement de voussoirs en verticale, dus au jeu nouveau des anciennes failles relevant de plus en plus les longs blocs montagneux vers le nord ; il en résulte la production d'une longue ligne de pente générale vers le sud, contre laquelle le Pou-t'ou-'ho venait prendre sa source, traversant ensuite la région élevée au N. pour rejoindre le Kin-cha-kiang ; c'est grâce à ce mécanisme que le fleuve peut, coulant ainsi en sens inverse de la pente générale du Yun-nan entailler des gorges de plus en plus profondes vers le sud, tandis que vers le nord sa tête de source avançait vers le sud, se trouvant sans cesse à une altitude de plus en plus basse jusqu'au moment où pendant le cycle IV, il rencontra la vaste dépression fracturée du lac de Kouen-yang et la vida en grande partie. Il y eut donc un double mouvement à envisager dans la formation de la vallée du Pou-t'ou-'ho : d'une part, le lent mouvement épéirogénique avec relèvement maximum (1) dans la région du Kin-cha-kiang, faisant naître une pente générale vers le sud, d'autre part l'approfondissement rapide du Kin-cha-kiang dans cette région de relèvement maximum et par suite l'approfondissement concomitant du Pou-t'ou-'ho dont les vallées les plus anciennes se terminent successivement vers l'amont, le fleuve prenant sa source en des points de plus en plus bas vers le sud jusqu'à sa rencontre avec le lac de Kouen-yang ; cette jonction opérée, la tête de source a naturellement rencontré son point maximum d'avancée. En résumé le Pou-t'ou-'ho comme le Liou-chou-'ho coule *en sens inverse* de la pente générale du Yun-nan, ce qui explique la profondeur croissante des vallées vers le nord, étant donné que l'altitude augmente, tandis que le thalweg s'approfondit. Pour éclairer cette question, je renverrai à la carte hypsométrique et à la fig. 133 (atlas) dans laquelle j'ai cherché à montrer le mécanisme de la formation des vallées successives du Pou-t'ou-'ho et la capture du lac de Kouen-iang pendant le 4e cycle de l'étage du Kin-cha-kiang.

Affluents du Pou-t'ou-'ho. — Parmi les affluents du Pou-t'ou-'ho, il en est deux qui présentent des données particulièrement intéressantes. D'abord le Ta-mi-lo-ho ; cette rivière prend sa source aux environs de la cote 2.700 tout près du Kin-cha-kiang qui coule en contre-bas à 930m. près de Lu-na-ka, puis il coule vers le sud, dans une vallée qui s'approfondit rapidement, parallèlement au Pou-t'ou-'ho, mais *en sens contraire* exactement, les crêtes du Téou-tse-chann, et du Tchouan-chann l'en séparant seules, puis il décrit un angle brusque après 40 km. de parcours presque N. S., en tournant au S. E. et rejoint le Pou-t'ou-'ho par une vallée cluse près de Lou-k'uian, bien après être passé à W'ou-ting-tchéou. Nous sommes ici en présence d'une rivière dirigée d'abord suivant la pente générale provoquée par le mouvement épéirogénique et conséquente à cette pente, captée par un affluent latéral du Pou-t'ou-ho ; la carte hypsométrique montre d'une façon très claire l'allure de cette vallée et sa curieuse disposition parallèle et inverse de celle du Pou-t'ou-ho.

Le Pa-tzeu-'ho qui prend sa source aux environs de Cheng-cha, offre une série de vallées qui, dans la partie basse du cours d'eau, montrent des profils transversaux accusant comme dans les cas précédents un inégal développement pour chacune d'elles, la plus élevée et la plus ancienne étant le plus large et offrant les pentes les plus faibles, tandis qu'entre Iai-kou-tchan et le Pou-t'ou-'ho, la rivière s'encaisse dans de profonds canyons formant les cycles plus bas et plus récents ; mais dans l'ensemble de son cours le Pa-tzeu-

(1) Cette expression de relèvement maximum concerne bien entendu seulement le Yun-nan oriental, car le mouvement épéirogénique a soulevé bien davantage la région un peu au N. O. dans les Alpes tibétaines.

ho se montre tout à fait disparate. Il coule d'abord dans une large vallée aux versants très doux, où se multiplient les villages, dans le large fond de vallée aux basses collines de 'Hai-tzeu, puis traverse par une gorge étroite un seuil près de Siao-choui-tin et coule de nouveau dans la large vallée de Tien-houé, où dans les grands fonds aplanis, il a creusé une petite gorge récente et peu profonde. Au-delà de Tien-houé; il s'encaisse brusquement et par des canyons profonds, il gagne le Pou-t'ou-'ho en descendant par des rapides et des cascades qui l'abaissent de près de 300^{m} sur 15 km. L'examen des cotes est très typique : pendant 40 km., la rivière coule à travers les fonds de vallée plats de 'Hai-tzeu et de Tien-houé en se maintenant entre les cotes 2.200^{m} à Cheng-cha et 2.020^{m} à Tien-houé, tandis qu'il descend ensuite de la cote 2.020^{m} à 1960^{m} à Jai-kou-chan sur 7 km. et de 1.960^{m} à 1680 m.sur 15 km. seulement de parcours. On remarquera en consultant la carte qu'à Jai-kou-tchan le Pa-tzeu-'ho se coude à angle droit, mais que le tronçon inférieur est prolongé vers l'ouest par une gorge profonde, très différente du tronçon supérieur, on se rend compte dès lors de la succession des faits suivants : tandis que le Pou-t'ou-'ho approfondissait son lit, la région de Tien-houé et de 'Hai-tzeu formait un grand bassin fermé situé à un niveau plus élevé dont les versants prenaient l'allure surbaissée qui les caractérise, versants aboutissant vers la cote 3.000^{m} à de longues croupes régulières et à des surfaces mûres du cycle de Tsouéi-wéi-chann ; pendant ce temps, le tronçon actuel inférieur du Pa-tzeu-'ho poussant sa source vers l'amont creusait profondément les gorges de Jai-kou-chan en envoyant vers le sud un petit affluent qui, pendant le cycle IV de l'étage du Kin-cha-kiang fit la capture de la dépression de Tien-houé dont elle draina les eaux, constituant ainsi le Pa-tzeu-'ho actuel dont s'expliquent la forme disparate du profil longitudinal, la différence complète dans les sections transversales du cours inférieur et du cours supérieur et le coude à angle droit près de Jai-kou-chan. Le fragment de carte en levé régulier (fig. 161 atlas) montre le point de capture et le coude brusque du Pa-tzeu-'ho.

Si nous jetons maintenant un coup d'œil d'ensemble sur la vallée du Kin-cha-kiang et de ses affluents et sur la région dans laquelle ils coulent, nous voyons, surtout en nous aidant de la Carte hypsométrique, que les altitudes vont en croissant régulièrement et fortement du sud au nord et qu'en sens inverse les vallées s'approfondissent ; la carte hypsométrique indique parfaitement cette allure, et si par la pensée, on supprime les vallées, on voit l'aire des cotes avoisinant 4.000^{m}. montrer les restes de l'antique pénéplaine du Kiao-ting-chann. les aires des cotes entre 2.500^{m} et 3.500^{m} dessiner un vaste plan incliné vers le sud dû au relèvement lent vers le nord pendant les grands mouvements épéirogéniques quaternaires, mouvement qui donna à l'ancienne surface pliocène de l'étage de Tsouéi-wéi-chann cette forme de plan incliné.

IV. — Bassin du Pa-ta-'ho.

Il est logique, après avoir étudié le bassin du Kin-cha-kiang, de s'adresser à l'autre grand cours d'eau qui traverse le Yun-nan oriental et joue le rôle de niveau de base pour toute la région comprise entre le bassin de Mong-tseu et Yi-léang.

Toute cette région appartient à une zone d'altitude plus basse que celle que nous venons d'étudier ; nous n'y retrouverons pas de traces de la pénéplaine du Kiao-ting-chann, par contre les traces du cycle de Tsouéi-wéi-chann sont extrêmement abondantes, mais s'observent à des cotes très différentes, ce qui n'étonnera pas, si l'on se rappelle que le Yun-nan a été découpé vers la fin de ce cycle, après avoir été raboté par une surface d'érosion, par un jeu de puissantes fractures qui ont donné naissance à une série de compartiments allongés parallèles N. S. ou N. N. E. qui ont abaissé certaines parties de cette surface d'érosion par rapport aux autres, et lors des mouvements épéirogéniques quaternaires cette région quoique portée à une forte altitude, a été moins soulevée que la région du Kin-cha-kiang, puisque

l'amplitude du mouvement vertical positif augmentait du sud au nord ; en même temps les anciennes fractures ont rejoué, mais inégalement, de sorte que, comme nous l'avons dit tout à l'heure, les surfaces du cycle de Tsouéi-wéi-chann s'observent à des niveaux différents, de plus des surfaces de gauchissement comme celle qui jalonne la vallée du Kiou-kiang à Kouan-in et qui limite au sud le 'Hoang-long-chann ont pris naissance.

Je rappellerai d'abord que le cours d'eau appelé Pa-ta-'ho d'une façon générale par les Européens est appelé par les Chinois Si-chann-ta-'ho, dans le segment de Lou-léang à Yi-léang, Tié-tchen-'ho d'Yi-léang à son confluent avec le Lin-ngan-'ho et à partir de là Pa-ta-'ho. Nous allons étudier chacun de ces segments l'un après l'autre : mais auparavant, il est nécessaire de poser le principe que l'ensemble de cette rivière est formée de tronçons disparates qu'une série de captures a constitué peu à peu ; ainsi s'explique que dans les différents tronçons le nombre de cycles inscrits sur les parois des vallées ne soit pas semblable. Si le lecteur veut bien se reporter aux esquisses figures 177 et 178 (atlas) il se rendra facilement compte de la raison.

On verra ainsi que pendant le cycle III de l'étage du Kin-cha-kiang le Yun-nan était occupé par une série de bassins privés d'écoulement vers la mer, remplis par des lacs innombrables installés dans les zones de fractures effondrées qui découpaient la surface de l'étage de Tsouéi-wéi-chann ; à la fin de ce cycle a commencé la capture de ces dépressions alignées N. S. dans le parcours du Tié-tchen-'ho actuel.

Sin-chann-ta-'ho : Si par exemple, nous considérons la région pendant ce cycle III nous verrons que la longue plaine N. S. d'Yi-léang était remplie par un lac dans lequel aboutissait le segment actuel du Pa-ta-'ho dénommés par les chinois Si-chann-ta-'ho, dont la vallée beaucoup moins profonde qu'actuellement s'étalait avec des versants peu inclinés sur la large surface du cycle du Tsouéi-wéi-chann qui, de part et d'autre, s'est assez bien conservé dans la région de Ta-hi-ti : les coupes figures 27 et 29 (atlas) montrent comment entre Ta-hi-ti et Tchao-koua le cycle de Tsouéi-wéi-chann persiste dans les larges surfaces presque planes que l'on retrouve aussi entre Ta-hi-ti et Tien-sen-kouang (phot. B pl. VI et A et B pl. V). Le fragment d'itinéraire 158 (atlas) montre aussi cettent topographie spéciale, faiblement ondulée qui représente l'érosion des affluents du Si-chann-ta-'ho pendant tout le temps où la dépression d'Yi-léang lui servit de niveau de base, et où on retrouve les premiers cycles de l'étage du Kin-cha-kiang.

Tié-tchen-'ho : Pendant que la dépression d'Yi-léang servait de base au Sin-chann-ta-'ho, le chapelet de petits lacs de Pou-tchao-pa, Siun-kien-sseu, Po-shi étaient alimentés par de petits cours d'eau nord-sud, creusant pendant une période prolongée, se rapportant aux premiers cycles de l'étage du Kin-cha-kiang de larges vallées à pentes assez faibles, sculptées dans la surface antérieure de l'étage de Tsouéi-wéi-chann.

Pa-ta-'ho : Pendant ce même cycle III la tête de source d'une rivière orientée vers l'ouest et constituée par le segment actuel du Pa-ta-'ho atteignait la région du Tsouéi-wéi-chann, sculpté en vaste vallée aux versants très faibles, où nous avons pris le type de l'étage du Tsouéi-wéi-chann ; ici cette surface d'érosion très mûre se trouvait affaissée par la faille de Pong-pou à l'est de celle-ci de sorte que la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann se trouve là abaissée de 350 m. environ par rapport à sa position dans les chaînes actuelles entre le Tié-tchen-'ho et la faille de Pong-pou, où elle se trouve normalement à 2.000 m. tandis que dans le Tsouéi-wéi-chann même elle n'est qu'à 1.650 m. ; seulement, il ne faut pas oublier que pendant les mouvements épéirogéniques quaternaires, la faille de Pong-pou a certainement rejoué, non plus comme faille d'effondrement, mais au contraire comme plan de glissement dans le relèvement du vaste bloc paléozoïque situé à l'ouest.

Réunion des 3 segments précédents : Pendant les cycles IV et V de l'étage du Kin-cha-kiang l'approfondissement dû au mouvement de soulèvement général s'accentua ; c'est le moment de la formation des canyons du Kin-cha-kiang et du Pou-t'ou-'ho, etc. ; la tête de source du Pa-ta-'ho capte le bassin lacustre de Pou-tchao-pa, en même temps que se dissèque profondément la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann dans le Tsouéi-wéi-chann même, réduisant cette surface à des arêtes parallèles arrondies, des « serres », ceci nettement indiqué par la figure 1 (texte) ; en même temps les autres bassins, de Siun-kien-sseu, de Po-shi se rejoignent et le cours d'eau alimentant le bassin de Po-shi rejoint la dépression

d'Yi-léang et la vide, dès lors l'ensemble du Pa-ta-'ho est constitué avec ses tronçons disparates et l'explication des directions à angle droit des différents segments entre eux se précise ; en réalité les dénominations différentes de Si-chann-ta-'ho, Tié-tchen-'ho et Pa-ta-'ho correspondent à trois sections dont l'histoire est indépendante pendant la première partie du cycle du Kin-cha-kiang et étroitement liée pendant la fin de ce cycle et ensuite jusqu'à l'époque actuelle.

A partir de ce 3e cycle se constituent les canyons du Si-chann-ta-'ho, devenu le segment est-ouest du Pa-ta-'ho, ceux du Tié-tchen-'ho ; jusqu'à ce moment les lacs d'Yi-léang, etc., étaient niveaux de base du creusement de la région ; leur réunion par le Pa-ta-'ho fait de ce dernier le nouveau niveau de base et comme il s'approfondit, les anciens affluents des dépressions devenus les siens suivent naturellement ce mouvement comme le montrent les coupes de la fig. 139 (atlas).

Nous allons examiner maintenant plusieurs sections de la vallée telle qu'elle est constituée actuellement.

Profil de la vallée du Tié-tchen-'ho dans la région de Po-shi. — J'ai donné dans les figs. 138 et 139 A et B de l'atlas des profils parallèles de la vallée du Tié-tchen-'ho. Ils montrent d'abord une surface d'érosion placée à l'altitude moyenne de 2.200 m, extrêmement monotone, formant de grandes surfaces faiblement accidentées ; si l'on restaure, ce qui est facile, le profil primitif, on voit que ce profil qui est celui de l'étage du cycle de Tsouéi-wéi-chann caractérise une phase de maturité très avancée, de vallées très larges, aux faibles versants, aux reliefs très peu saillants ; la différence entre les fonds des dépressions et les sommets ne devant pas excéder 300 m au plus.

Cette vaste surface de maturité est tranchée par la vallée profonde du Tié-tchen-'ho ; mais l'entaille faite ici dans la vieille pénéplaine de Tsouéi-wéi-chann est inférieure en profondeur à celles que nous avons rencontré dans la région du haut Yang-tzeu et de ses affluents méridionaux, Pou-t'ou-'ho et Liou-chou-'ho, ce qui est logique, puisque ici l'ampleur du mouvement épéirogénique a été moindre ; néanmoins la vallée du Tié-tchen-'ho ne laisse pas d'atteindre à Po-shi une profondeur de 1.100 m au-dessous du niveau du cycle de Tsouéi-wéi-chann, ce qui est déjà considérable. Si l'on considère cette vallée dans une section quelconque entre Siu-kia-tou et Po-shi, on observera régulièrement en quittant le bord de la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann une série de vallées superposées à versants de plus en plus raides, pour arriver au canyon inférieur ; ce dernier est le canyon au vrai sens du mot, car généralement ses parois sont verticales.

La descente de la crête sur Siu-kia-tou en venant de Tch'eng-kiang est très démonstrative. En sortant de la plaine de Tch'eng-kiang qui représente une partie de la surface de l'étage du Tsouéi-wéi-chann effondrée entre les fractures qui ont donné naissance à la fosse du lac, on atteint à 2.100 m d'altitude une zone de sommets arrondis sculptés dans la labradorite ou dans les grès moscoviens et qui représente les débris du cycle de Tsouéi-wéi-chann à un niveau plus élevé par suite du jeu des failles ; en quittant cette surface de maturité, le sentier descend brusquement sur un versant de plus en plus rapide jusqu'au canyon terminal entre Pai-le-tsen et Siu-kia-tou ; dans les cycles les plus inférieurs la raideur des versants rend la descente mauvaise.

Il résulte de cette structure que tous les chemins qui s'élèvent du fond de la vallée du Tié-tchen-'ho ont d'abord à accomplir une montée très dure et en général détestable, pour arriver à la partie supérieure dans des vallées plus ouvertes et enfin sur la surface ancienne facile, du cycle de Tsouéi-wéi-chann.

La vallée du Tié-tchen-'ho s'offre ainsi comme une gigantesque coupure nord-sud entaillant la vieille surface de la pénéplaine du Tsouéi-wéi-chann.

Celle-ci, telle que nous l'avons représentée dans les coupes A et B de la fig. 139 (atlas), forme toute la partie supérieure de la région montagneuse entre la zone de cassure du lac de Tcheng-kiang, le Tié-tchen-'ho et le Kiou-kiang ; sa monotonie, augmentée par le fait qu'elle est fréquemment occupée par d'énormes affleurements de calcaires ouralo-permiens, est interrompue par des vallées d'une étroitesse considérable, telles que la vallée du torrent de Tsi-long-kai-'ho ou celle de l'émissaire du lac de Tcheng-kiang, vallées dont la partie inférieure forme d'étroits canyons aux parois presque verticales souvent même verticales, extraordinairement resserrés, dans lesquels on peut distinguer deux vallées superposées, l'étroit couloir de base parfois à peine plus large aux aplombs qu'au thalweg, et une autre vallée à versants rapides superposée au-dessus de laquelle s'étend la monotone surface de l'étage de Tsouéi-wéi-chann, tout ceci montre avec évidence une surface ancienne entaillée par des cours d'eau qui ont approfondi leur vallée avec une rapidité très grande.

Dans la fig. 138 (atlas), j'ai tracé le profil transversal de la vallée du Tié-tchen-'ho un peu au-dessous de son confluent avec le Kiou-kiang et passant par conséquent par les deux vallées. La succession des vallées emboitées est très nette et se passe de commentaires.

Je donne diverses photographies pour corroborer cette exposition : la photographie B planche IX représente une vue de la vallée du Kiou-kiang un peu avant son confluent avec le Tié-tchen-'ho dans la plaine de Po-shi : on y distingue nettement au fond le canyon étroit où coule la rivière ; une seconde vallée aux versants très rapides le surmonte portant à sa base, au-dessous du canyon, des rizières en escalier ; au-dessus un palier offre un cycle antérieur, occupé par de nombreuses rizières sur une surface plane ; ce cycle offre un versant beaucoup moins incliné ; un quatrième aux versants plus ouverts encore le surmonte, extrêmement net à l'avant dernier plan, au fond de la photographie ; (ces quatre cycles correspondent aux quatre derniers cycles du Kin-cha-kiang, c'est pourquoi sur la coupe fig. 138 (atlas), je les ai désignés de II à V) ; enfin les crêtes qui bordent la vallée ne sont autre chose que la bordure de la pénéplaine de l'étage du Tsouéi-wéi-chann. Dans la même planche la photographie B montre une vue de la vallée du Tié-tchen-'ho à Po-shi, prise depuis le Wéi-téou-chann sur le chemin de Che-mo à Po-shi ; elle montre surtout nettement l'allure régulière de la surface d'érosion sénile du cycle de Tsouéi-wéi-chann au dernier plan, de l'autre côté de la vallée, constituant la région montagneuse du Tien-ma-chann et du Wou-tsa-chann. On distingue assez mal à cause de la distance les cycles inférieurs de l'étage du Kin-cha-kiang, seul le premier cycle du Tié-tchen-'ho, correspondant au cycle II du Kin-cha-kiang est bien visible aux pieds de l'observateur ; le versant assez peu rapide se terminant en fond de vallée très doux rabote les calcaires dévoniens marneux semés de petits lacs sans écoulement ; à gauche, un ravin appartenant au dernier cycle (actuel) l'entaille et s'approfondit rapidement.

Les flancs de l'ensemble des vallées, aussi bien du Tié-tchen-'ho que du Kiou-kiang sont entaillés par de profonds ravins latéraux appartenant aux derniers cycles, j'ai donné la photographie A planche X comme un typique exemple : on remarquera, en effet, au dernier plan les entailles qui forment des canyons étroits découpant en blocs énormes le versant ouest de la vallée du Kiou-kiang ; la même photographie montre par la présence du barranco de date récente visible à droite de la figure avec quelle force l'érosion travaille actuellement le Yun-nan.

Région a l'ouest du Tié-tchen-'ho au sud de Po-shi, et bassin du Kiou-kiang. — Le Tié-tchen-'ho au-delà de Po-shi coule avec des caractères identiques à ceux que nous avons indiqués précédemment, le caractère de canyon étroit pour le dernier cycle de l'étage du Kin-cha-kiang, s'accentue de plus en plus et acquiert une importance particulière entre Je-chouéi-tang et le confluent avec le Lin-ngan-'ho ; la rivière coule alors au fond d'une gorge verticale, au-dessous de laquelle les cycles de plus en plus anciens de l'étage du Kin-cha-kiang s'étagent en donnant des vallées de plus en plus ouvertes, et le contraste est véritablement curieux lorsqu'on s'élève du fond des gorges pour gagner les régions plus élevées, pour déboucher sur la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann qui, dans cette région, montre avec la plus remarquable évidence l'état d'aplanissement de vastes surfaces avec des reliefs faibles.

Environs de Ki-tse-tchong : Au point de vue de l'étude du cycle de Tsouéi-wéi-chann dans cette région, de l'allure profonde et des versants rapides à l'ouest de cette section du Tié-tchen-'ho, je ne crois pas que l'on puisse faire de meilleures observations que dans toute la région s'étendant dans le Yun-long-chann ; si l'on s'élève sur les cotes d'altitude maxima aux environs de 1.950^{m}, on voit autour de soi la région découpée en une infinité de longues crêtes parallèles, de « serres » sculptées dans le Cambrien et le Dévonien inférieur argilo-gréseux, toutes de même altitude, de sorte que l'impression première est qu'à une certaine distance, par un effet de perspective, la région paraît plane, peu accidentée, tandis que si on circule tant soit peu, on constate qu'au contraire les ravins sont multipliés à l'infini dans cette surface qu'ils ont profondément disséquée. Toute la région de Mo-kou, Ki-tse-tchong est bien typique à cet égard ; le chemin circule sur de longues crêtes arrondies d'altitude égale, puis brusquement le voyageur voit s'ouvrir à ses pieds un ravin très profond débutant par une pente modérée qui, brusquement, s'accentue pour donner une vallée au profil transversal en V aux branches resserrées; la figure 140 (atlas) montre un exemple de cette structure bien typique qu'exprime également le fragment de carte en levé régulier (fig. 156 atlas) Il en résulte que les sentiers doivent descendre au fond de ces ravins pour remonter de l'autre côté d'une quantité égale et leur ramification à l'infini rend, étant donné leur profondeur, la circulation assez longue.

Comme ailleurs, l'ancienne surface de Tsouéi-wéi-chann rabote complètement des plissements complexes (*V. ante* p. 22).

Région entre le Kiou-kiang et le bassin de Lin-ngan. — A l'ouest de la région que nous venons d'étudier les traces de la pénéplaine du Tsouéi-wéi-chann persistent sous la forme de bandes parallèles N. N. E. d'altitude à peu près égale, aux environs de la cote 2.000 m. Nous devrons encore ici nous répéter en indiquant que les vallées qui l'entaillent offrent une succession de vallées aux versants de plus en plus raides à mesure que l'on approche du thalweg et se terminant toutes par un canyon à la base comme on l'observe par exemple dans les environs de Cha-tchong : j'ai déja montré comment parmi ces vallées qui sont en général gouvernées par l'orientation des plis, les unes coulent vers le N. N. E. vers le Kiou-kiang, les autres vers le bassin de Lin-ngan ; leurs vallées étant parallèles.

Bassin du Kiou-kiang. — Le bassin du Kiou-kiang ou Po-shi-kiang se montre aussi formé de parties raccordées dans son cours inférieur. Un des points les plus intéressants s'observe dans la partie moyenne de son cours, dans la région de Kouan-in où il traverse une vaste dépression encombrée de dépôts du Pliocène supérieur et quaternaires, graviers, dépôts sableux, argiles en lentilles et loess.

Dépression de Kouan-in : Un profil transversal de la vallée du Kiou-kiang dans la région de Kouan-in montre des faits très intéressants ; la section menée du nord au sud montre d'abord au nord de la rivière une région de sommets d'altitude égale formant la région du 'Hoa-tong-chann, entaillée de vallées conséquentes en forme de ravins étroits et profonds, tributaires du Kiou-kiang ; l'altitude moyenne et de 2.000 m ; c'est l'ancienne surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann ; comme dans la région de Ki-tse-tchong le creusement des cours d'eau, a donné aux moindres ravins une forme typique, caractérisée par l'étroitesse et la rapidité ou la verticalité des versants contrastant vivement avec la forme mûre de la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann ; de Tchong-ho-pou, on peut se rendre très nettement compte de la vitesse avec laquelle l'érosion a creusé les ravins affluents du Kiou-kiang.

Au sud du Kiou-kiang, on retrouve la surface du Tsouéi-wéi-chann, mais à un niveau moins élevé de 200m. environ de sorte que la dépression de Kouan-in apparaît comme un point de flexure produit pendant les mouvements épéirogéniques ; M. Lantenois avait eu l'impression d'une dislocation en ce point et y avait vu la possibilité d'une faille appartenant au réseau général des fractures du groupe de celles de Lou-nan par exemple ; il y a bien, en effet, une dislocation à peu près est-ouest, mais elle a soulevé la région nord par rapport à la région sud et apparaît comme une flexure accompagnant le mouvement de soulèvement. Du reste, que l'on se reporte à la carte hypsométrique et on verra cette flexure nettement indiquée par la démarcation au N. du bassin de Kouan-in de la teinte des cotes inférieures à 2.000m et de celles qui lui sont supérieures.

Cette flexure s'est produite sur la bordure nord d'une zone faible représentée par une large dépression du cycle de Tsouéi-wéi-chann, dépression dans laquelle le cycle d'accumulation de Lin-ngan est représenté par une masse d'une épaisseur énorme de formations alluvionnaires formées de couches de sables, graviers, alternant avec des bancs épais de loess. La fig. 141 (atlas) montre comment l'érosion pendant l'étage du Kin-cha-kiang a creusé une vallée de plus en plus étroite en profondeur dans cette épaisse formation ; les torrents latéraux ont à leur tour disséqué cette masse en y creusant d'énormes barrancos très ramifiés. aux parois verticales, en voie d'agrandissement et d'écroulement ; ces barrancos très typiques et la vaste surface de dépôts quaternaires dans lesquels ils sont entaillés, rappellent tout à fait les formes analogues des bassins de loess de la Chine nord-occidentale, certains de ces barrancos atteignent une profondeur de 50 à 60m ; leurs parois se découpent en pyramides aiguës, en crêtes, qui offrent une certaine résistance, malgré leur aspect d'instabilité ; mais, en réalité, les progrès de l'érosion sont infiniment rapides et avec chaque saison des pluies des modifications profondes apparaissent dans les formes de ces ravins dont les têtes gagnent rapidement vers l'ouest.

A la sortie du bassin de Kouan-in, le Kiou-kiang s'encaisse dans de hautes gorges rocheuses dont le profil est donné par la fig. 142 (atlas) et dont les cycles successifs correspondent aux quatre derniers du Tié-tchen-'ho et par conséquent aux mêmes cycles du Kin-cha-kiang.

La photographie A pl. XIV montre dans les derniers plans une grande étendue de plateaux du cycle de Tsouéi-wéi-chann au milieu desquels, on aperçoit la section transversale de la vallée du Kiou-kiang,

les premiers plans montrent une série de bosses ondulées sculptées dans les grès moscoviens, dont les sommets correspondent au cycle le plus ancien du Tié-tchen-'ho, séparées par les ravins plus récents à profil assez ouvert des cycles III et IV, avec la base des canyons peu profonds, mais étroits du cycle actuel, que l'on ne distingue pas dans la photographie.

Segment du Pa-ta-'ho a l'E. d'A-mi-tchéou. — L'étude du bassin du Pa-ta-'ho, c'est-à-dire du segment qui, au N. E. d'A-mi-tchéou, se dirige vers l'est, puis vers le N. E. comporte d'abord l'étude de la vallée du Pa-ta-'ho lui-même, celle de son grand affluent le Pa-tien-'ho, celle du Lin-ngan-'ho et enfin celle du bassin d'effondrement de Mong-tseu.

Vallée du Pa-ta-'ho dans le Tsouéi-wéi-chann : La vallée du Pa-ta-'ho, au delà du confluent avec le Lin-ngan-'ho va nous offrir une série de faits corroborant tout ce que nous avons étudié jusqu'à présent. Le fleuve débouche hors de la région paléozoïque près de Kwéi-tien. Or, un profil pris en ce point (fig. 143 atlas) nous montrera à la partie supérieure la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann et au-dessous trois vallées superposées, la première étant assez largement ouverte, la seconde offrant des versants très inclinés, mais un ancien fond de vallée plat formant une terrasse sur laquelle s'élève la localité de Kouéi-tien et plus bas un étroit canyon aux parois quasi verticales. Le fleuve coulant sous Kwéi-tien à la cote 1.068 m, le fond de la première vallée superposée au canyon se trouve à 1.200m et celui de la suivante, la plus ancienne, à 1.460 m environ, tandis qu'on aborde le cycle de Tsouéi-wéi-chann à la cote 1.742 m. Le dessin figure 145 (atlas) montre l'allure si nettement dessinée de la terrasse de Kwéi-tien, reste de l'avant dernier cycle.

Cycle de Tsouéi-wéi-chann dans la région du Pa-ta-'ho : On remarquera qu'ici le cycle de Tsouéi-wéi-chann, apparaît à l'altitude de 1.740 m et non plus aux environ de la cote 2.000 m comme dans toute la région de Po-shi, Ki-tse-tchong, etc.. Or, si nous nous reportons à la Carte géologique et à la Carte tectonique nous verrons, ainsi que cela a été longuement décrit dans la partie tectonique de ce Mémoire, que la fracture de Pong-pou marque un abaissement considérable de la région triasique du Pa-ta-'ho ; d'autre part au sud-est de puissantes lignes de fractures abaissent cette même région le long de celle paléozoïque bordière du Tonkin ; l'âge de ces fractures étant postérieur au cycle de Tsouéi-wéi-chann, ce dernier dans la région qui porte ce même nom, a été effondré entre les deux grandes zones de cassures. J'ai représenté dans la figure 144 de l'atlas, l'allure actuelle du modelé dans toute cette région triasique en y plaçant les failles ; la façon dont la pénéplaine du cycle de Tsouéi-wéi-chann, a été décomposée en voussoirs plus ou moins abaissés apparaît clairement et on se rend compte de la grande différence de niveau qui existe entre cette vieille surface dans la région des hautes collines de Trias supérieur de Tsouéi-wéi-chann et dans la région paléozoïque à l'ouest de la grande fracture de Pong-pou ; la partie droite du même dessin montre la pénéplaine disloquée en compartiments successivement abaissés vers l'O. le long du Ming-kien-chann, région restée en saillie comme la région paléozoïque occidentale.

Dans le Ming-kien-chann même, au sud de Tchong-ho-yun, on retrouve les traces absolument nettes du cycle de Tsouéi-wéi-chann dans toute la région de pitons calcaires ouralopermiens et si cette région apparaît comme ciselée en profondes dolines et hauts pitons juxtaposés, on remarquera qu'un plan horizontal posé sur elle, reposerait très régulièrement sur tous ces pitons dont l'ensemble des sommets représente la vieille pénéplaine en ce point.

On remarquera comme le modelé du cycle de Tsouéi-wéi-chann est différent suivant les formations géologiques dans lesquelles il a été sculpté : dans le Trias supérieur, les restes de cette surface de maturité sont représentés par les longues collines ou les bosses arrondies de Trias supérieur, dans le Trias moyen calcaire ce sont des plateaux à peine ondulés ; dans l'Ouralien et le Permien ce sont d'innombrables pitons calcaires juxtaposés.

J'ai donné de cette région un certain nombre de photographies choisies destinées à appuyer les descriptions précédentes par des documents précis. La photographie A pl. XV, montre au premier plan les grandes bosses arrondies formant la partie supérieure du système des vallées du cycle du Kin-cha-kiang ; les gorges les plus récents étroites et profondes ne se laissent même pas soupçonner ; aux derniers plans à gauche, on distingue les plateaux en échelons de la région de Ta-hu-tchai et à droite, la surface primitive

de la pénéplaine ciselée en pitons par l'érosion postérieure de la région ouralopermienne du sud de Tchong-ho-yun. On se rend compte ainsi de l'affaissement du cycle de Tsouéi-wéi-chann vers la gauche c'est-à-dire vers le N. O. Dans la photographie A pl. XVI, j'ai donné un exemple de la sculpture de la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann en croupes arrondies régulières que séparent de nombreux ravins disséquant cette surface et aboutissant par une pente rapide aux vallées principales très profondes. — La photographie B de la même planche montre au dernier plan une longue ligne horizontale se rapportant à la surface de Tsouéi-wéi-chann, l'avant dernier, le versant d'une des premières vallées du Pa-ta-'ho et les profondes vallées des derniers cycles aux pentes très rapides des affluents de cette rivière ; au premier plan, la photographie montre un exemple de barranco récent.

Cycles du Kin-cha-kiang : Au-dessous de la pénéplaine de Tsouéi-wéi-chann, je n'ai observé dans la région du Pa-ta-'ho au N. E. d'A-mi-tchéou que trois vallées superposées au maximum : le profond canyon de base, une vallée plus ancienne à versants rapides et une troisième vallée beaucoup plus ouverte aboutissant au cycle de Tsouéi-wéi-chann, tandis qu'à 75 k^{m}. en amont, dans la région de Po-shi, on n'observe pas moins de cinq cycles superposés. Cette anomalie apparente s'explique facilement si on considère que l'ensemble du Pa-ta-'ho avec ses trois segments est en réalité disparate et que pendant le creusement dans le segment du Tié-tchen-'ho en amont de Po-shi, pendant les premiers cycles de l'étage du Kin-cha-kiang, la tête du segment Pa-ta-'ho n'avait pas encore atteint le Tsouéi-wéi-chann en remontant vers l'ouest ; la surface de Tsouéi-wéi-chann est plus basse de 300^{m} environ que dans la région de Po-shi et lorsque le segment du Pa-ta-'ho capta le Tié-tchen 'ho, celui-ci avait déjà une histoire beaucoup plus longue que celle du Pa-ta-'ho ce qui explique le plus grand nombre de cycles d'érosion à l'amont dans le Tié-tchen-'ho, qu'à l'aval dans le Pa-ta-'ho.

En aval de la région que nous décrivons ici, le Pa-ta-'ho à l'est de Wou-ts'eng-tchéou s'encaisse en canyons dans des massifs calcaires ; je ne m'en occuperai pas ici, n'ayant pas parcouru cette région qui appartient au Kwang-si.

J'ai dit plus haut que les affluents du Pa-ta-'ho offraient une remarquable raideur de pente dans leur partie inférieure avoisinant le thalweg ; le thalweg lui-même est un ravin étroit ou un canyon, et l'approfondissement de la vallée principale a été si rapide que pour suivre sont mouvement de descente ces affluents n'ont pas eu le temps de régulariser leur profil longitudinal et sont encombrés de cascades dans la partie moyenne et inférieure de leur lit, telle la superbe chute de Féi-tse que forme le cours d'eau descendant de Tchong-ho-yun ; coulant à surface des calcaires paléozoïques au sud de Féi-tse, il rencontre la grande faille de bordure de la région du Trias supérieur près de ce village et s'engageant dans les schistes argilogréseux de ce dernier horizon il les affouille profondément ce qui produit sur l'emplacement même de la faille une différence de niveau de trente mètres que le torrent saute en cascade.

La photographie B pl. XV montre la vallée la plus récente du Pa-ta-'ho au-dessous de Tchong-tchai.

Bassin du Pa-tien-'ho. — Cet affluent de rive gauche du Pa-ta-'ho vaut d'être étudié un peu en détail, bien que les données que présentent cette étude soient intimement liées à celles du Pa-ta-'ho.

Dans sa partie inférieure, au sud de Pong-pou, rien d'important à signaler ; encaissé dans une gorge profonde le Pa-tien-'ho se comporte exactement comme le Pa-ta-'ho ; mais à partir du point où il sort de la plaine de Pong-pou les conditions changent : au lieu de couler dans une vallée profondement encaissée le Pa-tien-'ho se déroule dans la large dépression de Pong-pou et de Tchou-yuen dont nous avons déjà donné les caractères ; cette longue dépression forme un ancien fond de lac établi dans l'effondrement de la surface du Tsouéi-wéi-chann le long de la fracture de Pong-pou ; sous le nom de Si-chouéi-'ho, le Pa-tien-'ho traverse pour entrer dans cette dépression de Tchou-yuen et de Pong-pou un seuil montagneux calcaire au-delà duquel à l'amont, il circule dans la vaste dépression de Mi-leu, ancien lac pliocène et quaternaire, dans les dépôts duquel, il a creusé actuellement une gorge assez profonde ; ainsi depuis son entrée dans le bassin de Mi-leu jusqu'à son confluent avec le Pa-ta-'ho, le Pa-tien-'ho se montre formé de segments disparates soudés entre eux maintenant par une suite de captures ; l'affluent du Pa-ta-'ho au sud du bassin de Pong-pou fit la capture de ce bassin qui, à son tour, vida celui de Mi-leu, ceci s'effectuant pendant le cycle IV de l'étage du Kin-cha-kiang ; pendant le cycle actuel le Pa-tien-'ho creuse sa gorge dans les dépôts du lac de Mi-leu qu'il avait vidé.

Le bassin de Mi-leu représentant, jusqu'au moment où il fut vidé par le cours d'eau d'aval dont les tronçons soudés firent le Pa-tien-'ho, le niveau de base de la région située entre Mi-leu et Tou-tza, il en résulta que pendant que le cours inférieur du Pa-tien-'ho se constituait peu à peu en aval du bassin de Mi-leu, avant que celui-ci fut capté, les cours d'eau qui y aboutissaient, creusaient, pendant la plus grande partie de l'étage de Kin-cha-kiang, des vallées qu'ils purent modeler largement et qui rejoignent par transitions très lentes la surface sénile du cycle de Tsouéi-wéi-chann dans la région de Ta-kouang-fein et de Tou-tza.

Si nous prenons un profil transversal du Mi-leu-'ho ou cours supérieur du Pa-tien-'ho à hauteur de Je-chouéi-tang, entre Ta-chouéi-tang et la région de 'Hoa-keuou, on observe d'abord la surface ancienne du cycle de Tsouéi-wéi-chann sculptée en mamelons ou en croupes à section arrondie séparées par des vallées moyennant ouvertes, mais dans la partie avoisinant le thalweg la raideur des versants devient très forte et la vallée la plus basse apparaît fortement encaissée (voir figs. 5 et 146 de l'atlas), de façon que l'opposition entre les formes récentes très jeunes d'aspect du cycle le plus récent et celles de la surface de Tsouéi-wéi-chann est nette. Si on remonte le Mi-leu-'ho vers l'amont au-delà de Je-chouéi-tang, on voit peu à peu la vallée récente s'atténuer et disparaître, de sorte que dans la partie supérieure du bassin du Pa-tien-'ho, on n'observe que de larges vallées, bien esquissées, dans lesquelles un seul cycle de l'étage du Kin-cha-kiang est visible ; l'altitude du thalweg est alors de 1.750 m dans la région de Ta-kouang-fein, tandis que les cotes des croupes séparatrices des vallées larges et arrondies et qui représentent les restes du cycle de Tsouéi-wéi-chann ne dépassent pas 250 m. ; le type de canyon ou de vallée encaissée n'existe plus dans cette région.

Ainsi le Pa-tien-'ho dans son ensemble se montre formé de tronçons très disparates et la caractéristique principale réside dans le fait que les vallées du bassin supérieur, c'est-à-dire des tributaires du bassin de Mi-leu, se terminent à l'ouest par des versants très doux en se confondant peu à peu avec la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann, et que le cycle récent caractérisé par le type canyon ou vallée très encaissée ne se poursuit que sur une distance relativement faible en amont du bassin de Mi-leu ; ceci est dû à ce que la capture du bassin de Mi-leu ne s'effectua que fort tard, vers la fin de l'étage du Kin-cha-kiang ; comme ce bassin servait de niveau de base, les tributaires du dit bassin n'ont pu approfondir leur lit que depuis une époque géologique peu éloignée correspondant à la fin du cycle IV du Kin-cha-kiang ; par contre la rapidité du creusement pendant le cycle V a été excessivement grande comme le montre le profil de la vallée du Mi-leu-'ho à Je-chouéi-tang. Ce cycle V se retrouve très accusé dans le bassin de Mi-leu dont les dépôts quaternaires sont profondément entaillés par le cours d'eau et ses affluents.

Sculpture de la pénéplaine du Tsouéi-wéi-chann à l'ouest de la grande fracture de Mi-leu à Tchao-koua : A l'est de cette ligne de fracture, la surface mûre du Tsouéi-wéi-chann fut abaissée par rapport à la région occidentale comme nous l'avons vu plus au sud dans la région de Kwéi-tien, Pong-pou, etc.

Nous venons de voir comment le Pa-tien-'ho et ses tributaires ont ciselé cette surface ancienne en vallées larges à leur partie supérieure et passant à des canyons ou des gorges étroites aux abords du bassin de Mi-leu en amont de ce dernier et en aval. Mais à l'ouest de la ligne de fracture les conditions sont très différentes et ceci est dû à ce que ce sont d'une façon générale d'énormes masses calcaires qui forment la région comprise entre la zone de fractures et la vallée du Tié-tchen-'ho ; dès lors l'érosion s'est comportée pendant l'étage du Kin-cha-kiang de façon tout à fait différente ; de courts tributaires du Pa-tien-'ho ont creusé des gorges torrentielles dans le rebord faillé qui sépare la partie est affaissée de la surface du Tsouéi-wéi-chann, de la partie ouest restée en saillie, correspondant à la région paléozoïque d'entre 'Hoa-keuou et la vallée du Tié-tchen-'ho. La cluse de 'Hoa-keuou en est un bel exemple (fig. 157 atlas).

Si, quittant le rebord faillé de la région paléozoïque, on aborde la région calcaire qui s'étend entre la faille de Lou-nan et celui-ci, on observe une topographie tout à fait différente : la surface ancienne du Tsouéi-wéi-chann n'est plus sculptée en vallée ; ce n'est plus qu'une grande surface irrégulière, formée de dolines et de pitons arrondis dans les grandes bandes de calcaires dévoniens, ouraliens et permiens, criblée de gouffres, sans vallée offrant un parcours de quelque importance et l'érosion est trop insignifiante pour que l'ensemble ait pu s'éloigner de la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann, de sorte que l'on peut dire que celle-ci a subsisté en se modifiant simplement en région karstique criblée de gouffres d'absorption. La

phot. A pl. XI montre un exemple de la sculpture des calcaires dans cette région. Vue de loin, cette vaste zone de calcaires offre une régularité remarquable sur laquelle nous avons déjà appuyé (fig. 3, texte).

Lorsqu'on cherche à se rendre compte de la cause efficiente du manque absolu des vallées dans cette grande zone calcaire pourtant entraînée comme tout le Yunnan dans le vaste mouvement épéirogénique qui a provoqué ailleurs dans les vieilles surfaces de maturité le creusement de formes de vallées si jeunes, on le trouve dans la constitution même de cette zone. Les vastes étendues calcaires qui la constituent, fortement diaclasées ont, dès le début des mouvements épéirogéniques, vu disparaître les eaux dans les gouffres, les pertes innombrables, et, ces mouvements s'accentuant les eaux n'ont fait que gagner de plus en plus en profondeur, creusant ainsi un réseau hydrographique souterrain très important, et de plus en plus profond, tandis que la surface elle-même où les eaux se perdaient immédiatement ne subissait que des transformations insignifiantes. Dans d'autres conditions stratigraphiques, par exemple si la masse calcaire n'avait eu qu'une faible épaisseur et qu'en profondeur les eaux souterraines eussent rencontré des horizons plus meubles, il aurait pu se faire qu'à la longue la couverture calcaire eut pu s'effondrer et des vallées se constituer, mais il n'en est rien : cette région toute entière est formée sur une formidable épaisseur par des calcaires comprenant le Dévonien moyen et supérieur, du Moscovien et de l'Ouralien, le Permien inférieur et moyen, directement superposés, c'est-à-dire formant sur les terrains cambrien et dévonien inférieur une épaisseur qu'on ne peut évaluer à moins de 3.000 m, il est facile dès lors de concevoir que le réseau hydrographique souterrain coule encore à l'heure actuelle en plein calcaire.

Du reste, sur toute la longueur du rebord faillé qui longe la région triasique abondent les résurgences pourvues du nom de Siao-long-tane ou Ta-long-tane suivant leur importance. Certaines ont un très gros débit comme celle qui fournit la rivière de 'Hoa-keuou.

Dans certains cas, la réapparition au jour des eaux infiltrées sur les plateaux calcaires d'entre Po-shi et Mi-leu se fait en dehors de cette zone calcaire en pleine région triasique ; elles sortent alors par des fractures les ramenant d'une grande profondeur sous forme de sources chaudes comme celle de Je-chouéi-tang par exemple, au N. E. de Mi-leu.

Bassin du Lin-ngan-'ho. — Les mouvements verticaux épéirogéniques de la deuxième partie des temps quaternaires ont provoqué la constitution de l'intéressant cours d'eau qu'est le Lin-ngan-'ho. Bien qu'ayant décrit déjà cette région, je donnerai rapidement les caractéristiques de cette rivière.

Le Lin-ngan-'ho sort du lac de Chih-ping, lac de fracture orienté N. O.-S. E. et par la large vallée de Sseu-kiao, il gagne le bassin de Lin-ngan encombré d'alluvions pliocènes et quaternaires ; il s'échappe comme le montre la figure 17 (texte) du bassin de Lin-ngan par un tunnel naturel perforant les calcaires

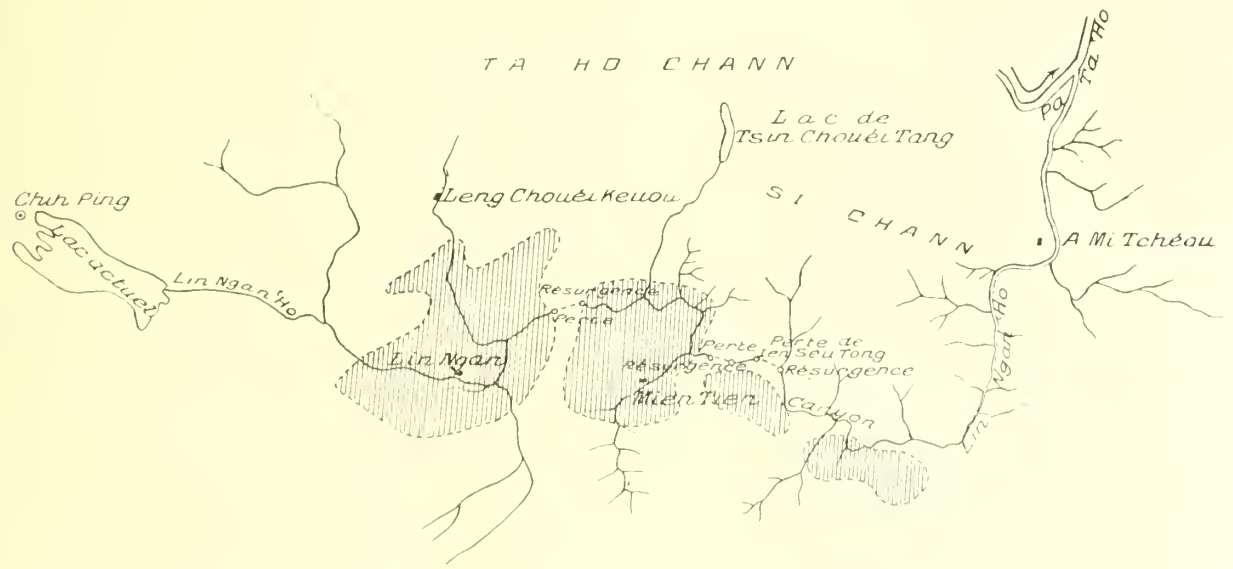


Fig. 17. — Pertes du Lin-ngan-'ho et drainage des bassins pliocènes et quaternaires de Chih-ping, Lin-ngan, Mien-tien, Pan-tché-'hoa. Les aires couvertes de hachures verticales indiquent les lacs vidés.

dévoniens moyens de la bande qui sépare le bassin de Lin-ngan de celui de Mien-tien. Il reparaît dans celui-ci par une résurgence après une faible dénivellation ; il serpente dans le bassin de Mien-tien en entaillant fortement les dépôts pliocènes supérieurs et les alluvions formées de sables et de graviers accompagnés de loess qui encombrent ce bassin ; puis disparaît dans le massif calcaire à l'est de Mien-tien, reparaît pendant 800 m pour disparaître une nouvelle fois dans les mêmes calcaires (calcaires ouraliens h_7 et h_{7a} à *Fusulina multiseptata* et *Fusulina incisa*) dans la magnifique grotte de Ien-seu-tong. Il reparaît 2 km. plus loin dans une gorge profonde qui le conduit à la vallée d'A-mi-tchéou par où il gagne le Pa-ta-'ho.

Le Lin-ngan-'ho fournit un des plus beaux exemples de la constitution d'une rivière au moyen de tronçons épars. La succession des faits qui ont présidé à leur soudure est la suivante : les bassins de Lin-ngan, Chih-ping, Mien-tien, etc., que traverse le Lin-ngan-'ho, ont pris naissance lors de la production des grandes fractures qui découpèrent la surface de maturité du cycle de Tsouéi-wéi-chann ; le cycle d'accumulation que nous avons appelé cycle de Lin-ngan se déroule, ensuite les bassins fermés produits le long des grandes fractures, notamment de la grande cassure N. O. de Chih-ping s'encombrent d'abord de dépôts lacustres formés dans des conditions tranquilles, puis de dépôts de transports, dans lesquels le loess joue un rôle important, qui s'accumulent sur une grande épaisseur.

Les mouvements épéirogéniques se produisent ensuite ; un affluent du Pa-ta-'ho capte le plus oriental des bassins lacustres ; aussitôt, les captures se produisent de lac en lac, mais par des conduits souterrains ; à mesure que chaque dépression se vide, aussitôt après l'évacuation complète des eaux la rivière qui traverse le bassin et qui fait partie intégrante du nouveau cours d'eau en formation, creuse rapidement les formations quaternaires et pliocènes, donnant naissance à la vallée qui les entaille fortement comme on l'observe nettement dans le bassin de Mien-tien. Un fait est très caractéristique : en examinant chacun des bassins dans l'ordre où il a été capté par le Lin-ngan-'ho à mesure que ce dernier progressait vers l'amont, on remarque que les dépôts des bassins situés le plus en aval sont les plus creusés ; au contraire dans le bassin de Lin-ngan, l'avant dernier de ces bassins vers le N. O., les dépôts quaternaires sont moins disséqués par l'érosion que dans le bassin Mien-tien qui lui fait suite en aval et enfin le bassin de Chih-ping, le dernier capté puisque le plus éloigné vers l'amont, est encore largement occupé par les eaux à l'heure actuelle ; en même temps la profondeur des vallées et la rapidité des versants augmentent dans les tronçons aval ainsi que le nombre des cycles d'érosion tandis que l'inverse s'observe vers l'amont.

Le Lin-ngan-'ho est ainsi un bel exemple de cours d'eau formé de tronçons successifs, dont l'âge est très différent, les tronçons aval étant beaucoup plus âgés que les tronçons amont.

Bassin de Mong-tseu. — Nous avons montré dans l'étude tectonique que le bassin de Mong-tseu forme une dépression effondrée entre fractures ; nous compléterons ceci en y considérant une portion de la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann effondrée entre les grands plateaux du haut Nan-ti et le massif de Ko-tieou ; comme la plupart des autres dépressions faillées du Yun-nan le bassin de Mong-tseu fut occupé par un lac et pendant le cycle d'accumulation de Lin-ngan qui suivit les effondrements qui découpèrent en blocs d'altitude irrégulière la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann, il fut rempli par les dépôts de la fin du Pliocène et du début du Quaternaire.

Cette grande dépression offre le fait intéressant d'avoir été ensuite tributaire du Fleuve Rouge pendant une partie de l'étage du Kin-cha-kiang, tandis qu'il est actuellement tributaire du Pa-ta-'ho par le Lin-ngan-'ho, c'est-à-dire que ses eaux s'écoulent dans une toute autre direction.

A la fin du cycle d'accumulation de Lin-ngan commence au Yun-nan, (nous venons de le voir dans maintes descriptions locales), la série des cycles du Kin-cha-kiang. Avec cette période de creusement s'esquisse la vallée du Fleuve Rouge, qui débute par une vallée large, à versants inclinés en pente douce au-dessous de laquelle s'échelonne une série de vallées élémentaires parvenues à un inégal développement de la plus ancienne à la plus récente, c'est-à-dire à la plus basse, et correspondant dans leur ensemble de façon très remarquable à la série des cycles quaternaires du Kin-cha-kiang [1].

---

[1] Il est intéressant de faire ressortir que tout ce que nous venons de décrire s'applique au Haut-Tonkin dans lequel existe, je le montrerai dans une étude ultérieure, la plate-forme du Tsouéi-wéi-chann prolongeant celle du Yun-nan, mais s'abaissant graduellement vers le golfe du Tonkin ; de plus, on retrouve dans le Haut-Tonkin et le long de la vallée du Fleuve Rouge les cycles quaternaires du Kin-cha-kiang. La vallée du Fleuve Rouge, ainsi que celle de la Rivière Noire et de la Rivière Claire sont des vallées uniquement quaternaires. Le réseau hydrographique tonkinois est donc aussi jeune que le réseau yunnanais.

Or, pendant les premiers cycles de creusement de la vallée du Fleuve Rouge, un affluent de gauche de ce cours d'eau, installé dans l'axe de ce qui est aujourd'hui la vallée du Sin-chiem, mais coulant à un niveau beaucoup plus élevé capta le lac de Mong-tseu en remontant vers l'amont ; l'ancien passage du cours d'eau est bien visible actuellement au S. S. E. de Si-ngan-so où une brèche dans laquelle sont nettement marqués les anciens cycles d'érosion ouvre le bassin de Mong-tseu sur la vallée du Sin-chiem et correspond aux plus anciens cycles aux versants en pente douce de cette vallée.

Plus rien ne passe actuellement par cette brèche, ancien émissaire du lac de Mong-tseu vers la vallée du Fleuve Rouge, bien nette sur la carte hypsométrique. Les cycles plus récents débutent plus bas avec la rivière elle-même, et la tête de source du Sin-chiem se trouve en contre-bas de la brèche devenue un col par où on passe de la dépression du Mong tseu dans le Sin-chiem.

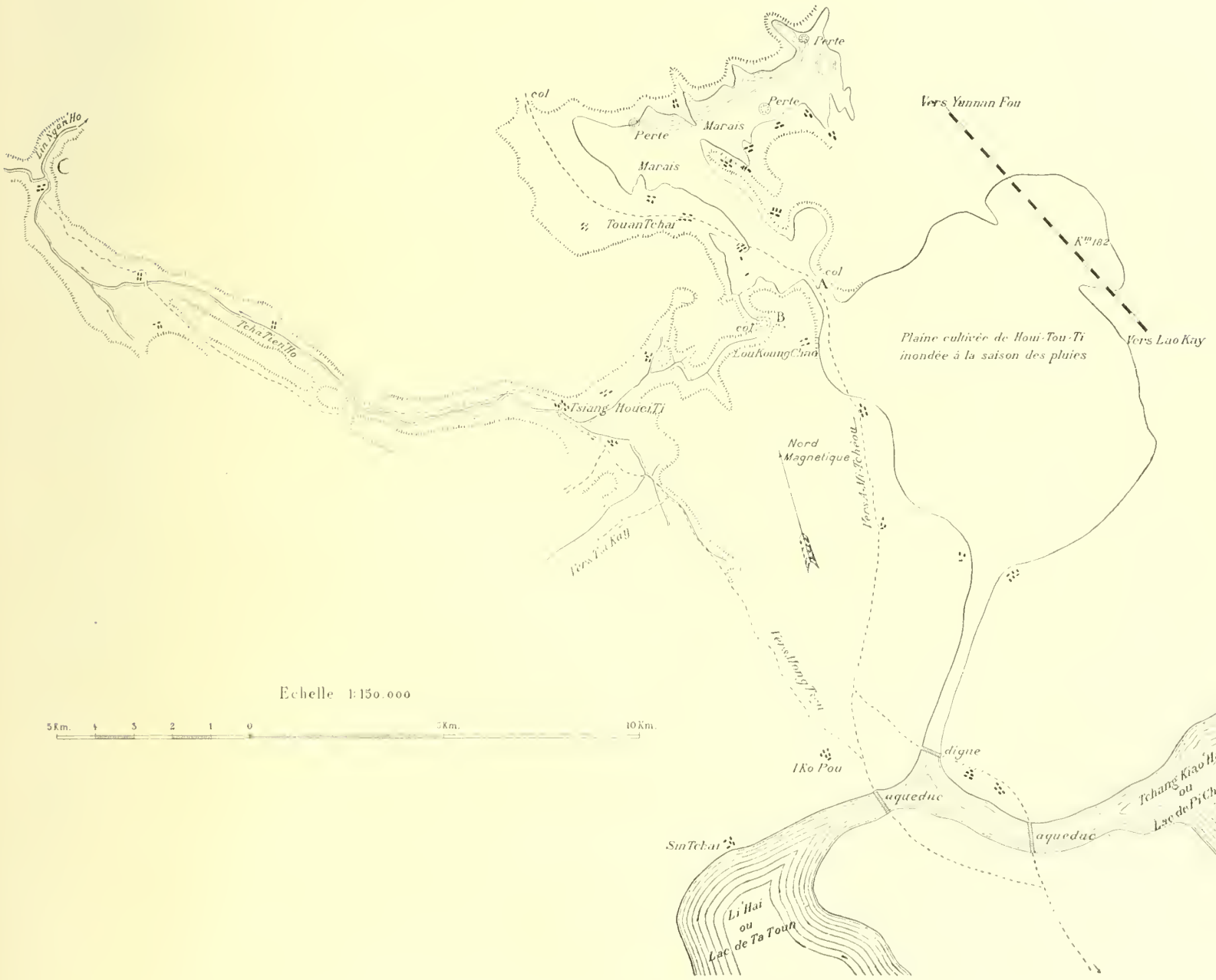


FIG. 18. — Cette figure montre comment la plaine de Houi-tou-ti communiquait jadis avec la plaine de Touan-tchai, tandis que celle-ci à son tour évacuait ses eaux par un affluent du Tcha-tien-'ho à l'ouest. Les modifications ultérieures ont transformé les plaines de Houi-tou-ti et de Touan-tchai en bassins fermés à écoulement souterrain. En 1911, la communication s'est rétablie naturellement par suite des inondations qui ont noyé la ligne ferrée dans la plaine de Houi-tou-ti. La carte montre comment il suffirait d'un léger approfondissement artificiel au col situé au N. O. de la plaine de Houi-tou-ti en A et d'un autre en B à l'issue de la plaine de Touan-tchai pour régulariser l'évacuation des eaux et supprimer l'inondation annuelle dans la plaine de Houi-tou-ti.

Une partie des eaux du bassin de Mong-tseu s'engloutit dans des pertes au nord de la plaine de Mong-tseu aux environs de Pi-che-tchai. L'ensemble du bassin se décompose en plusieurs paliers abaissés par des failles masquées sous les alluvions ; le bassin de Tong-tchouan par exemple fait géologiquement partie intégrante du bassin de Mong-tseu ; les eaux, qui, au moment des crues, l'inondent parfois sur une superficie considérable s'écoulent par des pertes ; toutes ces eaux circulent souterrainement et vont sortir par des résurgences dans le cul de sac que forme la vallée d'A-mi-tchéou ; dans sa partie méridionale une de ces résurgences très nettes se trouve dans le ravin au-dessous de Ta-t'a. Le bassin de Mong-tseu est donc devenu avec le temps un tributaire du Pa-ta-'ho, par le Lin-ngan-'ho (1). Comme les lacs à tendances marécageuses qui forment au N. de la plaine de Mong-tseu sont demeurés en réalités niveaux de base de la région entourant le bassin de Mong-tseu, l'influence de l'élévation rapide de la région n'a pu se faire sentir nettement, ce qui explique que les bords escarpés des massifs à l'est et au sud-ouest du bassin de Mong-tseu soient peu entaillés par des gorges torrentielles de quelque importance. Depuis un certain temps le bassin de Mong-tseu est demeuré un bassin fermé, tandis que les autres lacs du Yun-nan oriental entrant tous dans le système d'un cours d'eau quelconque voyaient leurs contours faillés et escarpés attaqués vivement par l'érosion des derniers cycles.

V. — Région des plateaux du haut Nan-ti

La région de hauts plateaux calcaires qui s'étend entre la haute Rivière Claire et le bassin de Mong-tseu, est encore une région karstique sans écoulements aériens nombreux ; la plupart des cours d'eau y ont un parcours restreint et disparaissent dans des pertes ; plusieurs résurgences ramenant leurs eaux apparaissent sur la bordure du bassin de Mong-tseu ; telles sont les résurgences des environs de 'He-long-tane, celle qui se trouve entre Pi-che-tchai et Tong-tchouan (2).

D'une façon générale, ces résurgences sont pauvrement alimentées durant la saison sèche et donnent au contraire un débit énorme pendant les pluies d'été.

Toute cette surface d'absorption par pertes s'est comportée comme la région entre la faille de Lou-nan et la zone de fractures de la région triasique décrite plus haut ; calcaire comme elle et sur une épaisseur énorme, elle a vu se constituer de bonne heure dans sa masse un puissant réseau hydrographique souterrain qui a gagné en profondeur avec le soulèvement lent de la région, trouvant ses issues soit vers le bassin de Mong-tseu, soit vers le Pa-ta-'ho ; c'est encore une partie de la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann, mais non effondrée et circonscrite par des cassures ; la surface actuelle ciselée en dolines et en curieuses régions de pitons dont la photographie A planche XI donne une idée, se rapproche malgré tout beaucoup de la surface ancienne du Tsouéi-wéi-chann sculptée en plateau karstique.

---

(1) Une observation du plus haut intérêt m'a été communiquée récemment par M. l'Ingénieur Niflis. Il a remarqué qu'à l'ouest de Touan-tchai existe un ancien point d'écoulement des eaux de la région de Ta-tchouang vers le Lin-ngan-'ho par un émissaire ancien. A une époque peu éloignée, les eaux du bassin de Mong-tseu s'écoulaient d'abord dans un bassin fermé au nord, puis pas une coupure au S. de Touan-tchai, elles passaient dans le bassin de Ta-tchouang d'où elles gagnaient la rivière de Tsi-kou et de là le Lin-ngan-'ho. Ceci ne se produit plus actuellement de façon normale, mais en 1911, des inondations considérables rétablirent partiellement l'ancien état de choses et l'ancien lac intermédiaire placé entre celui de Mong-tseu et celui de Ta-tchouang se remplit, coupant la ligne ferrée pendant plusieurs mois sur plusieurs kilomètres de longueur entre Ta-tchouang et Pi-che-tchai. M. Niflis, par une solution très élégante, a fait le projet d'évacuer les eaux du lac par l'ancien exutoire de la plaine de Touan-tchai dans le Lin-ngan-'ho en creusant l'ancien lit et de dégager ainsi la ligne ferrée qui fut avec imprévoyance placée lors de la construction dans un bassin fermé que, toutes les circonstances géologiques indiquaient comme devant être fatalement inondé sur plusieurs kilomètres.

(2) C'est une de ces résurgences qui a provoqué en partie pendant l'été de 1911 le rétablissement du lac entre Piche-tchai et Tong-tchouan, sur une superficie de 12 kmq. environ. Le fait se produit à des intervalles assez éloignés mais est bien connu des Chinois qui disent que ce lac se forme à chaque saison de pluies exagérée comme celle de 1911.

L'ensemble a été assez fortement bombé par les mouvements épéirogéniques et la surface, si l'on ne tient pas compte des accidents tels que dolines et pitons offre en grand l'allure d'un bouclier irrégulier dont certaines parties sont portées à 3.000 m et même localement un peu au-dessus, dans le Ming-kien-chann et entre le Nan-ti et la Rivière Claire.

Dans le Ming-kien-chann s'esquissent quelques larges vallées d'un cycle ancien, actuellement sans écoulement. Dans cet ordre, une des plus intéressantes s'observe sur la bordure du Ming kien-chann, au voisinage de la faille de Tse-tsou : c'est une curieuse vallée dont le thalweg est complètement remplacé par une série de gouffres juxtaposés s'ouvrant au milieu d'entonnoirs de grandes dimensions ; à l'ouest dans le prolongement de l'axe de cette vallée morte s'ouvre la vaste cuvette sans écoulement visible de Tse-tsou, formée dans le Trias supérieur au contact de la faille. J'ai donné fig. 147 (atlas) un profil longitudinal de cet intéressant accident facile à étudier par le chemin de Tse-tsou à Tchong-ho-yun, et fig. 166 (atlas) le levé de cette même vallée. Les cycles récents aériens y sont visiblement remplacées par l'installation d'un drain souterrain tributaire du Pa-ta-'ho.

Au voisinage de la région paléozoïque, on voit les affluents du Pa-ta-'ho attaquer profondément par des têtes de vallées étroites et aux versants rapides les terrains triasiques. La figure 153 (atlas) en est un bon exemple. Ainsi dès que l'on franchit les limites très nettes marquées par les failles qui circonscrivent la région paléozoïque calcaire, on trouve une topographie complètement dissemblable de part et d'autre, les cycles de l'étage du Kin-cha-kiang étant remplacés dans celle-ci par un important réseau souterrain.

Vallée du Nan-ti. — Bien que nous n'ayons pas à nous occuper du Fleuve Rouge dans cette étude nous devons dire quelques mots d'un de ses affluents, le Nan-ti qui, prenant sa source dans la région de plateaux située entre la Rivière Claire et le bassin fracturé de Mong-tseu, va se jeter dans le Fleuve Rouge exactement à la frontière tonkinoise, entre 'Ho-keuou et Lao-kay.

Le Nan-ti corrobore complètement tout ce que nous avons observé ailleurs. Il témoigne dans les derniers cycles de l'étage du Kin-cha-kiang d'une érosion excessivement rapide. La partie supérieure des versants offre d'anciennes vallées à pente faible appartenant aux cycles les plus anciens, qui aboutissent à la surface de Tsouéi-wéi-chann ; à partir du 3e cycle la profondeur des vallées emboîtées devient très considérable, en même temps que la raideur des versants atteint son maximum ou même passe au canyon dans les cycles inférieurs, c'est-à-dire les plus récents. Les affluents latéraux eux aussi présentent des caractères semblables et ont dû pour suivre le Nan-ti dans son rapide mouvement de descente entailler leurs vallées en gorges impraticables en forme de couloirs verticaux d'une profondeur énorme.

Dans la vallée du Fleuve Rouge à Lao-kay tout montre une érosion précipitée se prolongeant encore à l'heure actuelle, les vallées superposées y sont très nettes et les affluents méridionaux tonkinois aussi bien que ceux qui, sur l'autre rive, descendent du Yun-nan, témoignent de cette vitesse et de cette puissance de l'érosion dans les derniers cycles de l'étage du Kin-cha-kiang que l'on peut retrouver dans la vallée du Fleuve Rouge.

Le Nan-ti n'échappe pas au processus de captures successives qui ont engendré la plupart des cours d'eau actuels yunnanais de quelque importance. Il prend sa source sur le grand plateau qui sépare le bassin de Mong-tseu de la vallée de la Rivière Claire et coule à la surface de ce plateau entre des pitons calcaires avec une direction est-ouest ; il coule alors dans une vallée encore très peu indiquée, entaillée dans la surface même du cycle de Tsouéi-wéi-chann, puis il s'infléchit vers le sud-est dans la dépression de Mi-la-ti, ancien bassin pliocène de la surface du Tsouéi-wéi-chann, vaste surface plane dans laquelle il s'est entaillé un canyon très intéressant en aval de Mi-la-ti, profond seulement d'une dizaine de mètres, mais tellement encaissé qu'on ne peut même pas soupçonner sa présence à moins de se trouver sur ses bords, puis la rivière s'engage, avec une pente rapide dans une vallée calcaire en forme de canyon profond dans laquelle, il disparaît par une perte, la perte de Lo-chouéi-tong ; il reparaît dans la même vallée à un niveau un peu plus bas et s'encaisse de plus en plus jusqu'à Lou-kou-tchai où brusquement, il descend en cascades une dénivellation subite de près de 500 mètres ; il gagne alors de là le Fleuve Rouge à Lao-kay par une vallée décomposée en cycles dont les derniers sont profonds et comme je l'ai dit plus haut, à pentes d'une raideur extrême ou en canyons ; cette vallée comme celle du Fleuve Rouge, comme celles du Yun-nan, qu'elles soient tributaires du Pa-ta-'ho ou du Kin-cha-kiang sont actuellement soumises au travail de

régularisation des versants qui s'accomplit avec une rapidité et une intensité énorme et on s'explique les difficultés que rencontre la ligne ferrée pour se maintenir sur ces versants (1).

Le Nan-ti descend ainsi d'un plateau d'une hauteur moyenne de 2.000 m. jusqu'à Lao-kay par bonds successifs. Le canyon de la région de Mi-la-ti appartient au dernier cycle ; il est donc de constitution très récente et résulte de la capture récente de la dépression de Mi-la-ti dont les eaux s'écoulaient autrefois vers les vallées supérieures des cycles anciens du Nan-ti par un drain souterrain ; l'approfondissement du tronçon aval a été tellement rapide, le Nan-ti devant suivre le mouvement de descente verticale du Fleuve Rouge, que la formation du tronçon supérieur étant récente le cours d'eau n'a pas eu le temps encore de régulariser sa pente et offre des segments séparés par des hauteurs de chute, très importantes dans le cas des cascades de Lou-kou-tchai.

Je bornerai à ces quelques aperçus les données sur le Nan-ti, présentées seulement pour compléter ce que nous avons dit au sujet des cycles de creusement de l'étage du Kin-cha-kiang au Yun-nan. J'y reviendrai dans une autre étude sur les cours d'eau du Haut-Tonkin, auxquels il se relie étroitement comme histoire ; le Nan-ti vaut au point de vue de l'étude des cycles une monographie détaillée.

VI. — Les lacs orientaux et leurs émissaires

J'étudierai pour terminer la région des grands lacs orientaux actuels et je chercherai à déterminer les époques auxquelles ils ont été capturés par le Tié-tchen-'ho. Les vallées des émissaires sont très instructives à cet égard.

Je rappellerai sans insister, des détails suffisants ayant déjà été donnés plus haut, que les grands lacs yunnanais orientaux sont installés sur le parcours de grandes fractures qu'ils jalonnent ; ils représentent ainsi des fosses découpant l'ancienne surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann qu'on retrouve nettement à des niveaux différents autour de ces lacs.

L'histoire des émissaires de chaque lac offre de petites différences dans le détail, chacun se raccordant à une section différente du Tié-tchen-'ho qui est lui-même formé, comme nous l'avons montré plus haut, de tronçons disparates soudés postérieurement ensemble.

Lac de Iang-tsong et son émissaire. — J'ai déjà donné plus haut les caractéristiques de ce beau lac, je n'y reviendrai pas.

Comme il offre un intéressant groupement de formes, j'ai donné une esquisse de ses traits principaux représentant une vue prise depuis la rive orientale. J'ai montré déjà ailleurs que ce lac était bordé à l'ouest par une fracture très importante : ceci apparaît bien dans le dessin planche II qui montre la rive escarpée plongeant avec une pente très rapide, souvent voisine de la verticale dans les eaux du lac. — On aperçoit à droite du panorama de la planche II une longue crête montagneuse très élevée, le Ta-ing-chann, cotant en moyenne 2.800m ; on remarquera l'allure monotone de cette longue crête. — A gauche au fond du lac, on voit encore un massif élevé, dont la forme est particulièrement régulière, constituant une ligne horizontale ; c'est le Lo-tchang-chann qui sépare les lacs de Iang-tsong et de Tch'eng-kiang ; d'une hauteur moyenne de 2.900m environ, ces deux longues crêtes représentent le cycle de Tsouéi-wéi-chann ; entre elles, on remarquera une longue ligne de crêtes arrondies formant le dernier plan au milieu et s'étendant du col de Chouéi-tang au Lo-tchang-chann ; c'est encore la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann, mais affaissée entre des failles qui la placent à un niveau plus bas (à 2.200m environ) que la ligne des sommets du Ta-yng-chann et du Lo-tchang-chann resté en saillie entre les régions affaissées ; cette ligne de sommets offre des caractères de maturité et même de sénilité complète entre la plaine de Yun-nan-fou et la fosse du Iang-tsong-hai ; l'observateur, pour prendre un exemple, ne peut manquer d'être frappé de la forme tabulaire ou arrondie des calcaires de chaque côté de la ligne ferrée, avant la descente sur la plaine de Yun-nan-fou.

(1) Si on avait pu gagner, en se développant du côté de Lao-kay, la partie supérieure de la vallée qui présentent des pentes plus faibles, la voie ferrée aurait mieux tenu.

Continuant l'examen du panorama vu de la rive est du lac, nous observerons une série de bassins de réceptions sculptés dans la surface faillée et effondrée par échelons du Tsouéi-wéi-chann et nous remarquerons que les goulets de ces bassins aboutissent non pas au lac même, mais à une certaine hauteur toujours la même au-dessus du lac, tandis qu'au-dessous, la pente rapide ou l'abrupt est étroitement entaillé par une fissure étroite qui, souvent, n'arrive pas au lac même. Relevons simplement ici ce fait que nous expliquerons plus loin.

Si, maintenant nous examinons la rive orientale du lac, et les hauteurs qui la séparent de la fosse d'Yi-léang placée très en contre-bas, nous constaterons que ces hauteurs, sculptées dans le Cambrien, offrent une grande régularité d'allure, leur altitude étant d'environ 2.200 m.

Dès lors une vue d'ensemble des environs du lac nous montrera la surface ancienne du Tsouéi-wéi-chann fortement abaissée à l'est où elle est représentée par de longues crêtes arrondies, abaissée également à l'ouest, tandis qu'au S. dans le Lo-tchang-chann, et au N. O. dans le Ta-ing-chann elle demeure à un niveau beaucoup plus élevé et dans l'aire du lac lui-même forme un voussoir complètement effondré par rapport à tous les autres.

Poursuivant l'examen du lac nous observerons sur son pourtour des terrasses étagées, l'une est constante à la cote de 60 m au-dessus du lac ; elle forme des méplats, des bosses arrondies qui offrent une belle netteté aux environs de l'entrée du déversoir situé au coin N. E. du lac près de Tang-tche, et une autre à 20 m au-dessus du lac ; ces méplats représentent d'anciens niveaux du lac. Ces terrasses sont actuellement découpées par les énormes barrancos qui entaillent profondément la rive orientale et s'élèvent très haut le long des crêtes, progressant avec une rapidité inconcevable ; la route de Iang-tsong à Tang-tche est sans cesse rejetée par eux vers les crêtes ; j'ai vu la tête de l'un d'eux progresser de près de 20 m vers l'amont dans une seule saison d'été, tandis qu'à la base, au bord du lac s'édifient des cônes de déjection torrentiels qui, dans une seule pluie d'orage, s'agrandissent visiblement.

Ayant posé ainsi les caractères du lac de Iang-tsong, examinons maintenant l'émissaire qui emmène ses eaux vers le Tié-tchen-'ho dans la dépression d'Yi-léang.

Cet émissaire sort du lac par le coin N. E. ; il traverse par une petite vallée le seuil cambrien qui le sépare de la plaine de Tang-tche, traverse celle-ci qui est un ancien petit fond lacustre et s'engage ensuite dans la gorge de K'o-pao-ts'uen pour déboucher après un parcours de 5 km. près de Tao-houéi-in dans la plaine d'Yi-léang où il va rejoindre le Tié-tchen-'ho. Or, son cours présente dans cet espace de très intéressantes particularités. Son profil est très dissemblable d'après les points où on l'observe. J'ai réuni dans la fig. 148 (atlas) quatre sections transversales, prises, l'une avant le débouché en plaine d'Yi-léang, à environ 1 km. à l'amont, la seconde B avant le commencement du grand canyon ; la troisième C passe par le grand canyon lui-même et la dernière à l'entrée même de la gorge, à K'o pao-ts'uen. Or, dans ces profils nous remarquons d'abord la surface du Tsouéi-wéi-chann aux environs de la cote 2.000 m : la figure A nous offrira au-dessous 5 vallées superposées aux versants de plus en plus rapides, s'étageant entre les cotes 1.560 m. et 1900 environ, cette dernière représentant le fond du premier cycle ; en remontant à l'amont, le second profil nous montre la vallée supérieure, le cycle V s'atténuant tandis que les versants du cycle IV se raidissent davantage et tendent à la forme canyon, les autres vallées restant largement ouvertes, mais elles sont plus élevées, le fond de la vallée III par exemple étant aux environs de 1.730 m. tandis que dans la fig. A, il était à 1.680. Dans la fig. C prise plus en amont et passant par le grand canyon la gorge par lequel débute la vallée IV dans la fig. B est devenue complètement canyon aux parois verticales et la vallée III également ; les photographies D et E de la pl. V donnent une idée nette de ce canyon pittoresque, entaillé dans les calcaires cambriens ; en même temps les versants de la vallée II accentuent fortement leur pente ; le fond de cette vallée se trouve à 1.840 m. au lieu d'être à 1.750 environ, comme dans la section B d'aval, enfin la quatrième section prise à l'entrée des gorges, à K'o-pao-ts'uen nous montre le début de la gorge III et les vallées II et I. Nous constatons ainsi que la capture de la dépression de Tang-tche et du lac de Iang-tsong a été accomplie pendant le cycle III. Les vallées supérieures I et II furent creusées pendant que le lac d'Yi-léang servait de niveau de base au segment du Pa-ta 'ho appelé Si-chann-ta-'ho, quand ce dernier fut capté par le Tié-tchen-'ho pendant le cycle III, l'affluent qui sert en ce moment de déversoir au lac de Iang-tsong, creusant de nouveau vivement par l'amont capta le lac en approfondissant son propre cours en gorge étroite que les cycles IV et V plus récents ont approfondi vers

l'aval ; ainsi s'explique la présence de l'étroit canyon des cycles III et IV ; le cycle V n'a pas encore atteint le canyon qu'il est destiné à approfondir davantage encore.

Dès lors nous trouvons l'explication immédiate de ces débouchés de bassins de réception à une assez forte hauteur au-dessus du lac : ils atteignaient directement le lac pendant les cycles I et II, mais au moment de la capture pendant le cycle III, les eaux du lac s'abaissèrent brusquement le long des parois abruptes ; cet abaissement se poursuivit pendant le cycle IV (un nouvel abaissement aura lieu quand la gorge V atteindra le lac à son tour) ; et les débouchés des petites vallées tributaires largement ciselées à versants doux pendant le cycle III s'ouvrirent à vide au-dessus du lac ; certaines ont entaillé de nouveau une gorge étroite pour atteindre ce niveau de base abaissé. En même temps, cet abaissement du lac a provoqué le creusement énergique par des gorges torrentielles des parties restées en saillie de la pénéplaine Tsouéi-wéi-chann (1) et le panorama montre les caractéristiques crêtes étroites qui découpent le long versant rapide du Ta-ing-chann limité en bas par la fracture des lacs je ne puis m'e npêcher de faire remarquer l'étroite analogie qui existe entre les figures de W. M. Davis montrent les formes du Tian-chann, par exemple le Boural-bas-taou, et ce type de plateau régulier disséqué sur sa bordure par des ravins séparés par des crêtes étroites.

La même structure s'observe du reste tout autour de la dépression du lac de Iang-tsong, dans la bande de hauteurs cambriennes arrondies qui le séparent de la dépression d'Yi-léang.

Ainsi la capture du lac de Iang-tsong date du cycle III de l'étage du Kin-cha-kiang.

Groupe des lacs de Tch'eng-kiang et de Kiang-tchoan. — De même que pour le lac de Iang-tsong, les données géographiques ont été assez largement traitées pour que je n'y revienne pas. Je rappellerai d'abord ce fait que j'ai déjà indiqué, à savoir que pendant le Quaternaire ancien les deux lacs de Kiang-tchoan et de Tch'eng-kiang communiquaient largement par l'est de Kiang-tchoan, ne formant en réalité qu'un grand lac en deux parties parallèles et je renverrai à la fig. 5 du texte et à la fig. 177 de l'atlas qui expriment ce fait.

Tout autour de ces lacs, on retrouve les traces de la pénéplaine de Tsouéi-wéi-chann, plus ou moins bien marquées, c'est-à-dire plus ou moins respectées par le travail des cycles postérieurs de l'étage du Kin-cha-kiang (2). Après les effondrements à travers cette surface de maturité, effondrements qui provoquèrent la formation des fosses lacustres, le cycle d'accumulation de Lin-ngan les remplit partiellement de dépôts de transport, puis la faune à *Margarya* s'y installa du reste comme dans les autres lacs yunnanais.

Le Tien-tchen-'ho se constituait alors en vallée fluviale continue, les différents tronçons se soudant et des affluents latéraux prenant naissance ; un de ces affluents en amont de Po-shi a donné la profonde vallée du Tsin-long-kai-'ho ; un autre, né comme elle, pendant le troisième cycle de l'étage du Kin-cha-kiang remonte vers le lac de Tch'eng-kiang, le capte à 'Hai-keuou vers la fin du cycle III, et s'approfondissant rapidement, abaisse considérablement le niveau du lac, séparant complètement en deux lacs bien distincts les dépressions des lacs de Tch'eng-kiang et de Kiang-tchoen jadis réunies. J'ai donné (fig. 150 atlas) une section transversale de la vallée de l'émissaire en aval de 'Hai-keuou ; cette vallée s'encaisse considérablement et le cycle V aboutit en canyon étroit à la vallée du Tié-tchen-'ho entre Lou-fong-ts'uen et Siu-kia-tou.

Cet abaissement du niveau du lac de Tch'eng-kiang est bien marqué par des terrasses analogues à celles que j'ai décrites sur le pourtour du lac de Iang-tsong. Les plus anciennes, formant des méplats ou souvent des bosses arrondies par l'érosion des cycles suivants et à 60 m. au-dessus du lac représentent le cycle III; la photographie B pl. XIII en montre un exemple ; un autre très remarquable s'observe entre Lioumo et Min-hin sur la rive occidentale ; d'autres à l'O de Lou-khi. Au cycle IV appartiennent les terrasses qui, dans les points où la rive n'est pas abrupte, bordent le lac en s'étageant entre 15 et 20 m. et dont la photographie A pl. VII montre un excellent exemple ; la vaste plaine de Tch'eng-kiang en forme du cul de sac qui termine au N. le lac et qui constitue la riche étendue d'alluvions couverte de rizières dans

(1) Il ne faut pas perdre de vue le fait important que l'allure de la surface monotone du cycle de Tsouéi-wéi-chann dans le Ta-ing-chann ou le Lo-tchang-chann ne correspond pas du tout aux plissements intenses arasés par elle.

(2) Je renverrai pour la constatation de ce fait aux photographies B pl. VI, B pl. VII et C pl. XIII.

laquelle s'élèvent la ville de Tch'eng-kiang et les nombreux villages qui l'entourent forme un long plan très légèrement incliné dont la partie supérieure appartient au cycle IV, tandis que la partie avoisinant le lac appartient aux cycles V et dernier ; la photographie B pl. VII montre l'aspect de ce fond de lac évacué actuellement par les eaux.

Cet abaissement du niveau du lac paraît se poursuivre encore actuellement ; dans les villages de la plaine de Tch'eng-kiang on m'a affirmé que des points couverts encore normalement par l'eau du lac à l'étiage, il y a trente ans (1) étaient actuellement cultivés en rizières et nombreux sont les vieillards qui affirment le fait qui est très probable en effet.

L'abaissement du lac de Tch'eng-kiang, jouant le rôle de niveau de base à la suite du cycle III a provoqué, nous l'avons dit la séparation définitive en deux lacs distincts du groupement qu'ils formaient auparavant ; en même temps,il a provoqué le creusement d'affluents torrentiels sur les bords du lac de Tch'eng-kiang ; un de ces affluents, recoupant en cluse le chaînon séparant les deux lacs a creusé rapidement une gorge profonde les réunissant pendant le cycle IV de l'étage du Kin-cha-kiang, et pendant le cycle V il a approfondi encore sa vallée en passant au type canyon ; j'ai donné (fig. 150 atlas) une section transversale montrant les deux vallées superposées ; la photographie B pl. VI montre avec une particulière netteté les deux profils successifs, ainsi que dans les derniers plans de l'autre côté du lac la vieille surface du Tsouéi-wéi-chann. Ainsi par le canyon-cluse de 'Hai-men-kiao la communication s'est rétablie de nouveau entre le lac de Tcheng-kiang et celui de Kiang-tchoan, mais dans des conditions tout à fait différentes.

La photographie C pl. XIII montre une partie de l'extrémité nord du lac de Kiang-tchoan ; on distingue clairement dans les plans du fond les profils successifs de vallées appartenant aux cycles anciens de l'étage du Kin-cha-kiang entaillant la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann elle-même bien nette et aux cycles plus récents dus à l'approfondissement des vallées affluentes par l'abaissement du niveau du lac.

Les abaissements successifs du lac sont remarquablement marqués, outre les cycles successifs d'érosion, par les placages à *Margarya* conservés dans des points favorisés comme dans la grotte de 'Hai-men-kiao.

Lac de Tong-'hai. — Le lac de Tong-'hai offre également une série de niveaux successifs montrant un abaissement considérable du niveau du lac, affirmé également par les alluvions à *Margarya* qu'on observe encore à 50 m. d'altitude. La brèche qui offre un passage à la route de Mong-tseu montre un ancien exutoire du lac de Tong-'hai vers le Kiou-kiang pendant le cycle IV ; mais depuis longtemps l'écoulement ne se fait plus que par des drains souterrains, le lac se perdant dans de nombreux gouffres absorbants qui tendent à amener sa transformation en marais. La profondeur actuelle ne dépasse pas 8 m.

Lac de Kouen-yang. — Le lac de Kouen-yang offre des données identiques. Je crois qu'il serait superflu de m'étendre ici dans la description des terrasses successives si admirablement dessinées sur la rive orientale de cette belle nappe d'eau. La fig. 19 (texte) est certainement beaucoup plus éloquente que toute description. J'y ai figuré les différentes terrasses s'étageant du cycle II au cycle V entre Tchen-kong et Tsin-ning-tchéou. Les plus récentes de ces terrasses, parfaitement planes, offrent encore une fraîcheur de contours particulière.

J'ai donné dans l'atlas deux profils de la rive orientale du Kouen-yang-'hai, pris entre Tchen-kong et Tsin-ning-tchéou et orientés E. O. On y voit clairement les traces des abaissements successifs du niveau du lac par suite de la capture de ce dernier par le Pou-t'ou-'ho (figs. 134 et 135 atlas) et la correspondance des terrasses et des cycles successifs de ce dernier correspondant à ceux du Kin-cha-kiang s'affirme.

L'abaissement progressif du niveau du lac a, naturellement, retenti sur ses affluents, de sorte que dans ces derniers, on retrouve encore admirablement nets les cycles successifs du Kin-cha-kiang à partir du

---

(1) Le lac de Tch'eng-kiang est sujet à des crues régulières d'été d'environ 1 m. La photographie A pl. VI montre le lac à son niveau le plus bas ; à la fin de l'été l'eau arrive au mur en pierres sèches à gauche de la photographie. Le lac de Tang-tsong aussi du reste est susceptible d'élever son niveau d'une façon à peu près égale. J'y ai constaté pendant l'été de 1911 une crue exceptionnelle de 1 m. 30. Le trop plein s'écoule ensuite en trois mois et les lacs sont à l'étiage vers fin janvier.

cycle II. J'ai donné dans l'atlas deux perspectives (fig. 136 A et B) très explicites à cet égard, prises dans la vallée du Tsin-ning-'ho.

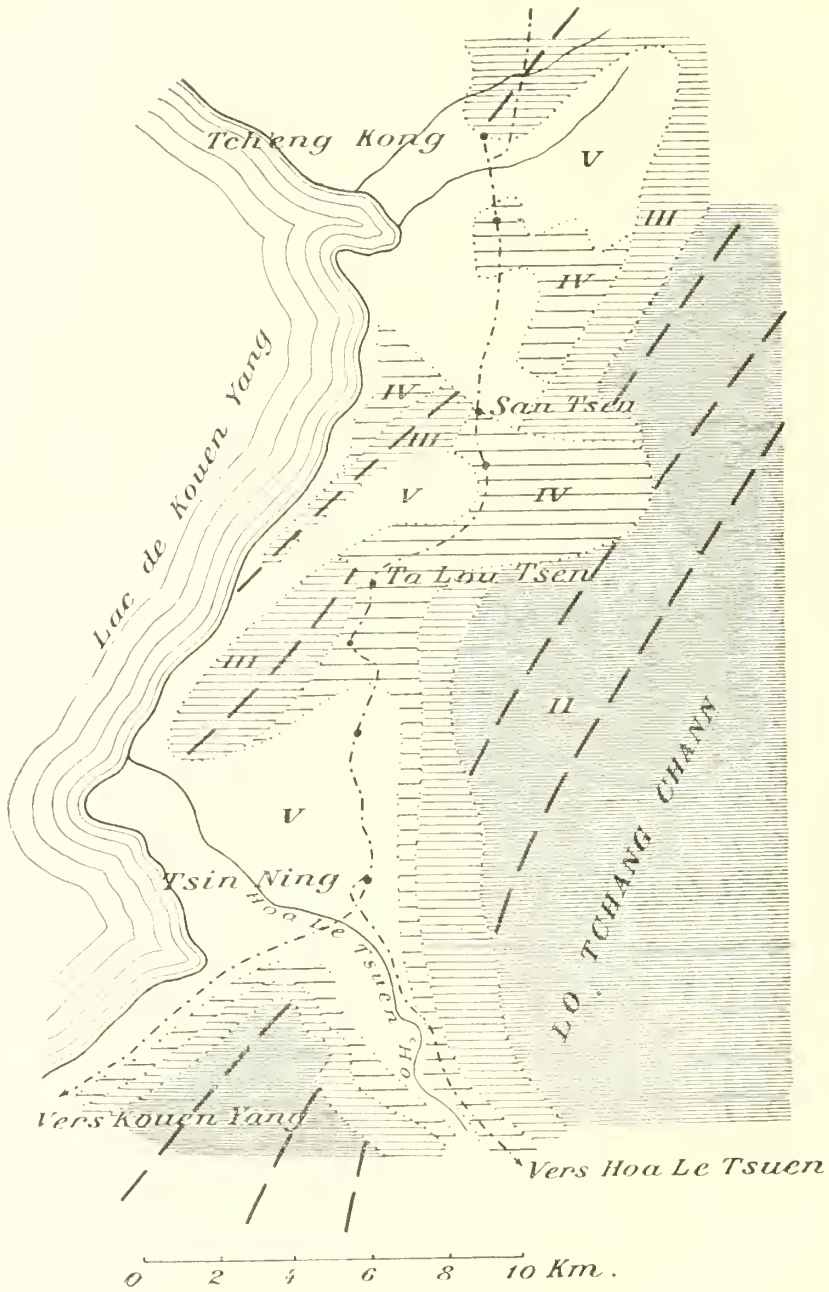


Fig. 19. — Terrasses successives du lac de Kouen-yang, montrant les cycles successifs de l'étage du Kin-cha-kiang.

Je bornerai ici les descriptions locales destinées à prouver la formation récente des reliefs yun-nanais par des mouvements épéirogéniques récents ; je crois que l'interprétation de ces données ne peut laisser de doutes.

COMPARAISON AVEC LES CYCLES D'ÉROSION INDIQUÉS PAR B. WILLIS DANS LA CHINE SEPTENTRIONALE

Je chercherai maintenant à coordonner les résultats obtenus au Yun-nan dans la classification des différents cycles d'érosion avec ceux de Bailey Willis dans la Chine septentrionale.

1° **Cycle de Kiao-ting-chann et cycle de Péi-tai** : Bailey Willis a montré dans le Wou-tai-chann la présence d'une surface d'érosion découpée elle-même par les érosions plus récentes et que l'on peut considérer comme s'étant étendue sur toute l'Asie centrale. Nous considérons notre surface ancienne du Kiao-ting-chann de la région du Kin-cha-kiang comme l'équivalente de la fin du cycle de Péi-tai dans le temps.

2° **Cycle de Tsouéi-wéi-chann et cycle de Tang-hién** : Dans la surface d'érosion ancienne soulevée de Péi-tai, on trouve les traces d'un cycle très développé, à vallée mûres, qui peuvent faire disparaître le cycle de Péi-tai. B. Willis l'a appelé cycle de Tang-hién ; il est considéré comme appartenant au Pliocène, probablement supérieur ; notre cycle de Tsouéi-wéi-chann en paraît nettement l'équivalent.

3° **Cycle de Hin-chou et cycle de Lin-ngan :** B. Willis distingue dans la Chine septentrionale une phase « of aggradation » qui est le moment du dépôt du loess. Les reliefs modérés de l'étage précédent sont enterrés sous l'accumulation des dépôts de cailloutis et de limon du loess. Elle correspond à l'ouverture des temps pleistocènes. Dans la région yunnanaise nous considérons comme équivalente la période du cycle d'accumulation de Lin-ngan, moment de remplissage des dépressions produites par les fractures pliocènes.

4° **Cycle de Fon-ho et cycle du Kin-cha-kiang** : C'est le moment de surélévation définitif de l'Asie, des grands mouvements épéirogéniques. Il prend naissance pendant le Quaternaire et détermine le creusement des grandes vallées et des canyons du Fon-ho dans la Chine du Nord, du Yang-tzeu dans la Chine moyenne. Au Yun-nan, c'est le moment du creusement des formidables gorges du Kin-cha-kiang, du Pata-'ho, du haut Fleuve Rouge et de ses affluents (Nan-ti, Sin-chiem), de la capture des grands lacs pendant la seconde partie de la période (de notre cycle III au cycle V et récent) ; c'est le moment du développement de gorges torrentielles à facettes triangulaires attaquant les escarpements des compartiments faillés. Je considère qu'il y a identité entre les cycles de Fon-ho et du Kin-cha-kiang.

J'arrive donc dans une région asiatique éloignée de la Chine du nord aux mêmes conclusions que B. Willis dans celle-ci.

* * *

Pour résumer clairement l'ensemble des faits décrits dans ce chapitre, je les groupe dans le tableau suivant :

PÉRIODES GÉOLOGIQUES	ÉTAGES DE LA CHINE DU NORD (B. WILLIS)	ÉTAGES DU YUN-NAN		CARACTÉRISTIQUES DE CES ÉTAGES AU YUN-NAN
Fin du Miocène et première moitié du Pliocène au Yun-nan.	Etage de Péi-tai.	Etage du Kiao-ting-chann.		Surfaces séniles portées à une altitude considérable à l'ouest de Tong-tchouan dans le massif du Kiao-ting-chann (4.000m).
Deuxième partie du Pliocène.	Etage de Tang-hién.	Etage du Tsouéi-wéi-chann.		Cycle très développé en vallées mûres, souvent réduit à des croupes allongées. La surface du Tsouéi-wéi-chann est découpée en voussoirs allongés effondrés par le réseau des grandes failles.
		Période des fractures.		Formation de dépressions effondrées en chapelet et dépôts lacustres.
Premiers temps pléistocènes.	Etage de Hin-chou.	Etage de Lin-ngan.		Cycle d'accumulation de cailloutis, loess, etc., dans les bassins effondrés formés pendant la période de fractures succédant au cycle de Tsouéi-wei-chann : remplissage des fosses de Mi-leu, Lin-ngan, Mong-tseu, Kouan-in, etc.
Faits se produisant pendant la plus grande partie des temps pléistocènes et actuels.	Etage de Fon-ho.	Etage du Kin-cha-kiang mouvements épirogéniques et formation des hauts reliefs actuels	Cycle I.	Creusement des larges vallées supérieures du Kin-cha-kiang et de ses affluents ; des vallées supérieures du Si-chann-ta-ho, du Tié-tchen-'ho.
			Cycle II.	Creusement des vallées encore larges, mais à versants plus rapides II du Kin-cha-kiang et de ses affluents, des courtes vallées anciennes entaillant la surface mûre du cycle de Tsouéi-wéi-chann et aboutissant aux lacs à un niveau supérieur au niveau actuel ; vallée II du Si-chann-ta-'ho et de ses affluents, du Tié-tchen-'ho et de ses affluents.
			Cycle III.	Continuation du creusement de la vallée du Kin-cha-kiang et de ses affluents ; capture du Wou-long-ho par le Liou-chou-'ho ; continuation du creusement du Si-chann-ta-'ho, du Tié-tchen-'ho ; formation du Pa-ta-'ho et réunion des 3 segments à la fin du cycle en une seule rivière. Constitution d'un réseau souterrain dans les calcaires.

PÉRIODES GÉOLOGIQUES	ÉTAGES DE LA CHINE DU NORD (B. WILLIS)	ÉTAGES DU YUN-NAN		CARACTÉRISTIQUES DE CES ÉTAGES DU YUN-NAN
Faits se produisant pendant la plus grande partie des temps pléistocènes et actuels.	Etage de Fon-ho	Etage du Kin-cha-kiang mouvements épéirogéniques et formation des hauts reliefs actuels	Cycle IV.	Commencement de la formation des canyons dans le Kin-cha-kiang et ses affluents ; formation de grands cônes de déjection. Capture de la dépression de Tien-houé par le Pa-tzeu-'ho au canyon de Jan-kan-tchai. Réunion définitive des segments du Si-chann-ta-'ho, du Tié-tchen-'ho et du Pa-ta-'ho ; capture du lac de Kouen-yang par le Pou-t'ou-'ho ; des lacs orientaux par les affluents du Tié-tchen-'ho ; vidage complet des dépressions de Pong-pou, Mi-leu, Lin-ngan, Mong-tseu, Kouan-in ; constitution du Pa-tien-'ho et du Lin-ngan-'ho ; le bassin de Mong-tseu cesse d'être tributaire du Fleuve Rouge ; formation des gorges du Kiou-kiang ; formation à la fin du cycle du canal de communication du lac de Tch'eng-kiang et du lac de Kiang-tchoan naguère groupés en un lac. Approfondissement du réseau souterrain dans les régions karstiques.
			Cycle V.	Approfondissement de tous les canyons en gorge verticale terminale des émissaires de lacs qui offrent une vallée récente étroite et formant généralement un étroit canyon ; nouvel abaissement du niveau des lacs. Approfondissement du réseau souterrain dans les régions karstiques.

* * *

Ainsi la conclusion qui se dégage de l'ensemble de ces faits est que les grandes altitudes yunnanaises sont dues aux mouvements épéirogéniques quaternaires. J'ai montré que le réseau hydrographique actuel qui a creusé les énormes vallées s'est installé sur une surface complètement régularisée et parvenue à un grand degré de maturité à la fin du Pliocène. Le réseau des vallées est souvent indépendant des plissements que des cycles d'érosion postérieurs aux mouvements himalayens orogéniques et antérieurs aux mouvements épéirogéniques quaternaires avaient rabotés complètement ; nous avons montré que cependant le réseau hydrographique dans son mouvement rapide d'enfoncement dans une région en voie de surélévation en bloc est gouverné parfois par les directions de plissements anciennes, mais fréquemment aussi par les grandes cassures pliocènes et nous avons vu certains cours d'eau emprunter tantôt des vallées parallèles aux plis, tantôt les grandes cassures ; le Niéou-lang-'ho en fut un bon exemple.

Les grands reliefs yunnanais sont donc jeunes, les réseaux hydrographiques également ; on ne peut que s'étonner devant la puissance de l'érosion qui a pu pendant une seule partie des temps pleistocènes creuser de formidables vallées comme celle du Kin-cha-kiang et devant ce fait que ce phénomène

grandiose ait pu se diviser lui-même en cycles successifs si nets ; et pourtant devant l'observation matérielle des faits, il est impossible d'échapper à cette conclusion (1).

Nos résultats concordent complètement avec ce que nous ont appris W. M. Davis et Bailey Willis qui, dans d'autres parties du continent asiatique, ont les premiers, démontré la nécessité de recourir à l'explication des mouvements épéirogéniques quaternaires pour expliquer le relief actuel des régions qu'ils ont étudiées. Le Yun-nan se rattache donc intimement à l'ensemble de l'Asie centrale et septentrionale. Il est certain que les méthodes d'études morphologiques que les savants américains ont introduites dans l'analyse du relief asiatique seront désormais indispensables pour arriver à la compréhension de ce relief et que, par dessus tout domine la notion des mouvements épéirogéniques récents sans lesquels ainsi que l'a fort nettement exprimé M. de Martonne « ces formes (topographiques) ne sont pas compréhensibles » ; au contraire elle éclaire d'un jour tout nouveau l'évolution physique du grand continent. Jointe à la conception des lignes directrices au point de vue tectonique telle que Suess nous l'a tracée, elle devra guider un nouvel esprit de recherches auxquelles nous espérons avoir apporté notre contribution.

(1) En Indochine où le Pliocène se montre plissé (Yèn-bay), on constate les mêmes faits que dans la Chine méridionale. Tout au Tonkin prouve l'existence de mouvements de surélévation récents auxquels sont entièrement dus les réseaux hydrographiques actuels sculptés dans une surface sénile, avec leurs vallées jeunes (Rivière Noire, Fleuve Rouge, etc.) contrastant avec les formes mûres des sommets. *Au même ordre de phénomènes se rattachent les plages soulevées du Thanh-hoa, portées actuellement jusqu'a 11 km. à l'intérieur des terres* et contenant des espèces vivant en ce moment dans le golfe du Tonkin. Cette observation est intéressante à noter parce qu'elle montre que le mouvement général d'émersion continue.

Index alphabétique des noms

MONTAGNES

A-wang-chann . . . . . E 5
A-yéou-chann. . . . . F 15

Chang-chann. . . . . D 8
Chao-ta-keuou . . . . . E 11
Che-'hoa-chann. . . . . F 13
Che-pai-tchai-chann. . . . . F 16
Che-yun-chann. . . . . E 15
Chéou-téou-chann. . . . . C 12
Chouéi-tcheng-chann. . . . . G 17
Chouéi-tsiuen-chann. . . . . F 18

Eul-lo-chann. . . . . G 18

Fong-wou-chann . . . . . F 6
Fong-yun-lou-chann. . . . . D 2
Fou-tsai-chann. . . . . F 3

'Hai-pao-chann. . . . . C 12
'Hoa-chann . . . . . F 15
'Hoa-so-chann . . . . . F 11
'Hoa-tong-chann . . . . . H 11
'Hoang-long-chann . . . . . C 15
'Hong-chann. . . . . D 8
Houo-chann. . . . . E 15

Kan-yun-chann. . . . . D 15
Kang-long-chann. . . . . B 14
Ki-chann. . . . . D 14
Ki-ling-chann . . . . . G 20
Ki-pan-chann . . . . . H 13
Kiao-ting-chann . . . . . D 3
Kien-chann (dehors de la carte au N. du Fleuve Bleu). . . . . .
Kien-ngai-chann . . . . . G 18
Kiéou-'hoa-chann. . . . . F 19
Koa-pang-chann. . . . . B 3
Kong-chann. . . . . F 4
Kouan-in-tseu (col de). . . . . C 12
Kouo-ma-chann. . . . . E 6

Lao-kiun-chann. . . . . H 19
Lao-ya-chann. . . . . F 9
Le-chann. . . . . G 15
Léang-wang-chann . . . . . D 7
Léi-kong-chann. . . . . G 18
Lo-tchang-chann . . . . . D 11
Long-chann . . . . . B 15
Long-ma-chann. . . . . B 3
Long-pai-chann. . . . . F 9
Long-tong-chann . . . . . B 12
Long-yuen-chann . . . . . D 8
Lou-fong-chann. . . . . G 16
Lou-tou-tou-tang . . . . . I 16

Ma-chann. . . . . I 11
Ma-téou-chann. . . . . I 17
Ma-ngan-chann. . . . . B 3
Ma-ngan-chann. . . . . F 2
Ming-kien-chann . . . . . G 17
Mou-yo-chann . . . . . D 1

Na-hiong-chann. . . . . F 1
Ngai-eul-chann. . . . . D 18
Ngai-yng-chann. . . . . E 14
Ngao-téou-chann . . . . . G 14

Pan-long-chann . . . . . D 11
Pan-long-chann . . . . . H 13
Pe-tsin-chann . . . . . G 11
Pe-yun-chann . . . . . E 19
Po-tche-chann . . . . . E 3
Pou-tcho-chann . . . . . D 6

Sa-wong-chann . . . . . C 3
San-tai-chann . . . . . F 12
San-tai-chann . . . . . D 5
Se-fan-king-chann . . . . . E 1
Si-chann . . . . . B 13
Si-chann . . . . . C 10
Si-chann . . . . . F 17
Siao-chann . . . . . E 2

Ta-fong-keuou (col) . . . . . D 3
Ta-ho-chann . . . . . F 17
Ta-ing-chann . . . . . E 9
Ta-kouéi-chann . . . . . D 2
Ta-kouéi-chann . . . . . G 11
Ta-leang-chann (en dehors de la carte au N. du Fleuve Bleu) . . . . . .
Ta-luen-chann . . . . . B 3
Ta-me-chann (en dehors de la carte) . . . .
Ta-sing-chann . . . . . E 5
Tai-'hoa-chann . . . . . C 10
Tche-chann . . . . . G 17
Tchong-'ho-chann . . . . . F 7
Tchouan-chann . . . . . C 5
Téou-po-chann . . . . . E 10
Téou-tse-chann . . . . . C 4
Tien-chann . . . . . C 12
Tien-ma-chann . . . . . E 14
To-yi-chann . . . . . H 12
Tong-chann . . . . . C 13
Tong-chann-long-tsiuen . . . . . D 15
Tou-tchou-chann . . . . . F 10
Tsao-tseng-chann . . . . . H 12
Tsin-eul-chann . . . . . C 9
Tsin-long-chann . . . . . B 8
Tsouéi-wéi-chann . . . . . G 17

Wan-song-chann . . . . . E 13
Wou-long-chann . . . . . E 4
Wou-long-ma . . . . . D 3
Wou-tchan-chann . . . . . H 18
Wou-tsa-chann . . . . . E 12
Wou-tse-chann . . . . . F 19

Ya-ping-chann . . . . . H 19
Yao-ling-chann . . . . . F 17
Ye-po-chann . . . . . C 2
Ye-ya-chann . . . . . F 9
Yo-liang-chann . . . . . F 8
Yo-nan-chann . . . . . E 7
Yong-ko-chann . . . . . E 2
Yu-fong-chann . . . . . D 17
Yun-long-chann . . . . . D 17
Yun-ling-chan (Grosse chaîne plus connue sur le nom d'Alpes du Sseu-tchoan) . . .

FLEUVES ET LACS

Chan-kin-'ho . . . . . G 13
Chih-ping (lac de) (hors de la carte au N. O. de Lin-ngan-fou) . . . . . .

Fleuve-Rouge . . . . . D 19
Fleuve-Bleu ou Kin-cha-kiang . . . . . C 3
Fon-sien-hon (ou lac de Tch'enh-kiang) . . . D 12

Hong-chouéi-kiang et Nan-pan-kiang (noms du Pa-ta-'ho dans la partie comprise entre Wou-tchéou et Wou-lo-tchai et située hors de la carte) . . . . . .

Iang-tsong-'hai (lac) . . . . . E 10
Iang-lin (lac de) . . . . . E 8

Kouen-yang-'hai ou Tien-che (lac). . . . . C 10
Ki-tou-'ho. . . . . C 3
Kia-li-tang ou lac de Iang-lin . . . . . E 8
Kin-cha-kiang (haut Fleuve Bleu ou Yang-tseu). D 2
Kwei-long-'ho . . . . . F 7
Kiou-kiang (ou Po-shi-kiang). . . . . D 15
Ki-lo-hou ou lac de Tong-hai. . . . . D 14
Kiang-tchoan (lac de) ou Sing-yun-hou. . . . D 13
Kiou-tzai (lac de) . . . . . I 17

Li-'hai ou lac de Ta-touen. . . . . F 18
Lin-ngan-'ho. . . . . F 17
Long-tchang-kiang. . . . . B 3
Long-tong-chouéi . . . . . F 10
Lou-nan-'ho. . . . . F 11
Liou-chou-'ho . . . . . F 5

Mi-leu-'ho. . . . . G 13

Na-moun-nou-'ho. . . . . J 20
Nan-ti. . . . . H 19
Nan-ti. . . . . G 18
Niéou-lang-'ho . . . . . F 7

Pa-ta-'ho. . . . . G 16
Pa-tien-'ho . . . . . G 16
Pé-cha-'ho . . . . . F 18
Pé-ki-'ho. . . . . G 16
Péi-'ho. . . . . H 19
Po-shi-kiang ou Kiou-kiang . . . . . E 14
Pou-tchang-'ho. . . . . G 10
Pou-tou-'ho. . . . . B 8
Pa-tzeu-'ho . . . . . C 4
Pou-tche-'ho. . . . . E 2

Sai-kang-'ho. . . . . E 17
Si-chann-ta-'ho. . . . . G 10
Si-tchai-'ho . . . . . G 14
Sin-chiem affluent du Fleuve. . . . . .
Rouge au Sud de Mong-tseu . . . . . .
Sing-yun-hou ou lac de Kiang-tchoan. . . . D 13

Ta-mi-lo'-ho. . . . . C 7
Ta-yng-'ho.. . . . . D 7
Tang-chouan-chouéi. . . . . F 17
Tchang-kiao-'hai . . . . . F 18
Tchang-hi-'ho.. . . . . E 4
Tche-ki-'ho . . . . . G 2
Tié-tchen-'ho.. . . . . E 12
Tong-haï (lac) ou Ki-lo-hou . . . . . D 14
Tche-hou-kiang ou Tsin-chouéi-tang (lac). . E 6
Tch'-eng-kiang (lac de) ou Fou-sien-hou. . D 12
Tien-che ou Kouen-yang-'hai ou lac de Yun-nan-fou. . . . . C 10
Ta-touen (lac de) ou Li-'hai.. . . . . F 18
Tsin-ning-'ho. . . . . C 11

Wou-long-'ho. . . . . E 4

Yi-ko-ho (partie supérieure du cours de la rivière de Mi-leu (hors de la carte). . . .

VILLES ET VILLAGES

A-ki-i. . . . . F 13
A-mi-tchéou . . . . . F 17
A-peu. . . . . I 20
A-peu-tsoun . . . . . H 19
A-san-tchai. . . . . G 19
A-ti-tseu . . . . . D 5
An-yan . . . . . E 5
Ao-oua-tchai . . . . . G 16

Cha-ho-tang . . . . . G 4
Cha-hou-tsou . . . . . G 4
Cha-kiou-lé . . . . . G 14
Cha-ko (hors de la carte N. E. de Tong-chouan-fou). . . . . .
Cha-kou-lou. . . . . G 16
Cha-nin-ke-tchang . . . . . E 16
Cha-pa . . . . . D 16

Cha-pa . . . . . G 19
Cha-pa-keuou. . . . . D 15
Cha-tang . . . . . F 7
Cha-tchong . . . . . D 16
Chai-kia-tsouen. . . . . E 7
Chan-hiou . . . . . A 14
Chan-keuou . . . . . E 14
Chann-tchai . . . . . E 14
Chann-tchai . . . . . E 16
Chann-tchai. . . . . G 16
Chan-tia-hin. . . . . C 9
Chan-tsa. . . . . D 6
Chan-tsouen . . . . . D 7
Chang-che-mi-tchao . . . . . F 13
Chang-ha-tang. . . . . E 9
Chang-sin-ka . . . . . B 11
Chao-ho-pou . . . . . F 7
Chao-kia-tsou . . . . . E 8
Che-lu-tsen. . . . . F 17
Che-mo . . . . . F 13
Che-mo . . . . . G 15
Che-ngai-tchai . . . . . H 16
Che-ngai-tchai. . . . . F 18
Che-pai-fang . . . . . F 17
Che-pa-tchai . . . . . F 14
Che-pan ou Touan-sin-chao . . . . . G 10
Che-pan-keuou. . . . . G 15
Che-tchai . . . . . F 13
Chein-kein . . . . . E 5
Chein-kia-thao. . . . . D 15
Chen-ka. . . . . E 5
Cheng-cha . . . . . D 6
Chen-kan-tzeu . . . . . C 4
Cheu-tseu-ho . . . . . E 9
Cheu-tzé-ho. . . . . D 4
Chi-kan-chao . . . . . G 14
Chi-li-pou-tang. . . . . G 19
Chi-long. . . . . F 13
Chi-pou-tien. . . . . I 19
Chi-tchong. . . . . D 5
Chia-téou-tchai. . . . . G 20
Chian-chann . . . . . C 13
Chian-tsai . . . . . D 5
Chian-yan . . . . . F 7
Cho-tang . . . . . C 9
Cho-po-tou. . . . . F 6
Chou-chou-tong . . . . . G 19
Chou-kou.. . . . . C 3
Chou-kou-miao. . . . . D 9
Chouan-tcheu . . . . . E 5
Chouang-long-tsin . . . . . H 11
Chouang-tsou-chao . . . . . D 9
Chouéi-kouan. . . . . D 9
Chouéi-tang. . . . . E 10
Chouéi-tang . . . . . G 13
Chouéi-teo.. . . . . E 18
Chouéi-tien . . . . . G 20
Chouéi-tin-tchao . . . . . E 14
Chouéi-tsin. . . . . G 13
Chouéi-lei-tchong . . . . . I 20
Chouéi-tien . . . . . G 20
Chouen-kin-tchai . . . . . E 19

Da-tseng. . . . . B 2
Da-tseu. . . . . B 3

Eul-kai . . . . . B 11
Eul-long-si-chou . . . . . F 9

Fa-kin-yé . . . . . C 3
Fa-houé . . . . . E 14
Fa-tchi . . . . . D 5
Fang-kouan-in . . . . . F 11
Féi-tsé.. . . . . H 20
Féi-tsé.. . . . . H 16
Fein-chouéi-lin . . . . . E 13
Fou-ta-tsi . . . . . G 20
Fong-keuou-chao. . . . . E 11
Fong-wang-chan . . . . . F 12
Fa-tsouen . . . . . F 10

'Hai-houéi.. . . . . E 17
'Hai-houéi . . . . . E 6
'Hai-keuou. . . . . D 13
'Hai-keuou. . . . . B 11
'Hai-keuou. . . . . D 21
'Hai-men-kiao. . . . . D 7
'Hai-men-kiao . . . . . D 13
'Hai-tong. . . . . D 13
'Hai-tzeu . . . . . D 5
'Hé-kou-pa. . . . . F 16
'Hé-long-tan . . . . . D 9
'He-mo . . . . . E 15
He-ni-tsin . . . . . G 12
He-ou-tchin . . . . . G 17
He-pou . . . . . C 3
He-tchin-sao . . . . . B 14
He-teou-tsouen . . . . . E 11
Heu-tien. . . . . D 16
Héou-kia-tsin . . . . . D 15

Hi-tcha-long . . . . . F 10
Hi-tsao-tseu . . . . . D 12
Hia-lo-tsuen . . . . . G 11
Hing-gni (ville du Kwéi-tchéou) . . . .
Ho-houé-tsao-tzeu . . . . . C 3
Ho-i . . . . . C 3
Ho-i . . . . . H 11
Ho-kao . . . . . F 8
'Ho-kien-ke . . . . . C 12
'Ho-kou-tcha . . . . . F 19
'Ho-mo-tchan . . . . . G 10
'Ho-ni-keuou . . . . . G 13
'Ho-si . . . . . C 14
'Ho-tao-tsouen . . . . . E 7
'Ho-tein . . . . . E 14
'Ho-tien-ouan . . . . . D 12
'Hoa-jou . . . . . D 15
'Hoa-le-tsuen . . . . . C 12
'Hoa-keuou . . . . . G 13
Hoang-i-tien . . . . . F 10
Hoang-kia-ding . . . . . E 2
Hoang-ko-yu . . . . . D 16
Hoang-li-tsuen . . . . . D 7
Houang-tou-po . . . . . D 10
Hong-chouéi-tao . . . . . B 14
Hong-cha-kiou . . . . . G 14
Hong-chai . . . . . G 19
Hong-tou-tong . . . . . F 5
Hou-an-ko . . . . . G 13
Hou-cheu-ngai . . . . . D 13
Hou-kia-tsouen . . . . . E 10
Hou-li-cheou . . . . . G 17
Hou-lou-keuou . . . . . H 11
Hou-ouan . . . . . G 14
Hou-pou-pé . . . . . H 17
Hou-tsiuen . . . . . F 8
Hou-tzou . . . . . C 3
Houa-tien . . . . . F 7
'Houang-kia-tsou . . . . . F 7
Houang-li-cheu . . . . . C 4
Houang-tou-po . . . . . G 7
Houang-toun-po . . . . . H 20
Houang-tsao-pou . . . . . E 11
Houang-tsou . . . . . E 8
Houéi-long-sa . . . . . F 7
Houéi-so . . . . . F 6
Houéi-chouéi-tang . . . . . E 12
Houi-tou-ti . . . . . G 18
Houn-chin-ngai . . . . . E 14

I-an-kouang . . . . . D 15
I-ia-tang . . . . . E 4
I-ko-pou . . . . . F 18
I-ta-pang (vers) . . . . . D 6
I-wan-tchai . . . . . F 17
I-tai-lé . . . . . H 16
Ian-da-kou . . . . . D 5
Ian-kai-tseu . . . . . C 8
Ian-kai-tseu . . . . . C 8
Ian-'hai-tseu . . . . . D 12
Ian-tien . . . . . E 17
Iang-eul-tsen . . . . . C 12
Iang-lin . . . . . E 8
Iang-pé . . . . . F 18
Iang-tsi-kiou . . . . . H 16
Iang-tsong . . . . . E 11
Iang-tsong-kai . . . . . E 11
Iao-teou (village entre le Fleuve Rouge et Mong-tseu) . . . . . .
Ie-chou-ti . . . . . F 20
Ie-ma-tchai . . . . . F 11
Ie-ma-tchouang . . . . . D 16
Ien-fen-tchouang . . . . . E 18
Ien-ho-kai . . . . . B 14
Ien-seu-tong . . . . . E 17
Im-pan . . . . . D 5
Im-pan-chan . . . . . E 6
In-tsie-tsouen . . . . . D 13
I-ngao-san . . . . . H 16

Jai-kou-chan . . . . . D 4
Jan-liou-tsin . . . . . E 14
Jan-kan-tchai . . . . . G 17
Je-chouei-tang-tsouen . . . . . E 5
Je-chouéi-tang . . . . . G 13
Je-ou-tseu . . . . . E 12
Jen-tia-po . . . . . D 15
Jou-koun-tchai . . . . . E 14

Ka-kou . . . . . H 20
Ka-kou . . . . . H 20
Kai-'hoa-fou (préfecture à l'est de Mong-tseu dans la partie haute du bassin de la Rivière Claire) (hors de la carte) . . . . . .
Kai-ki . . . . . C 4
Kan-hai-tzeu . . . . . E 5
Kan-ho . . . . . C 3
Kan-kao-tchi . . . . . E 3
Kan-kéou-san . . . . . G 13
Kan-nan-kuan . . . . . D 10
Kan-tchoun . . . . . G 13
Kao-en-po . . . . . G 16
Kao-kao-cha . . . . . D 5
Kao-ko-ma . . . . . F 11
Kao-tao-tchouang . . . . . D 17

Kao-tchao-tsoui . . . . . F 10
Kao-tchoun . . . . . G 13
Kao-wei-lin . . . . . H 7
Kao-tien-tsao . . . . . G 15
Kao-tsin . . . . . D 12
Kao-tzai . . . . . G 15
Kaou-pi-tchai . . . . . G 15
Keo-tou-ti . . . . . F 15
Kéou-kai . . . . . D 18
Keu-ni . . . . . E 5
Ke-ma-tsin . . . . . E 13
Khi-ti . . . . . G 13
Ki-tou . . . . . C 3
Ki-tou-tsin . . . . . G 2
Ki-touen-tsen . . . . . E 14
Ki-tsé-tchong . . . . . E 16
Kia-ke . . . . . F 15
Kia-tang-nang . . . . . G 3
Kiang-kia-tchouang . . . . . D 14
Kiang-tch'oan . . . . . D 13
Kiang-tso . . . . . F 7
Kiéou-kai . . . . . C 15
Kiéou-tieou-chann (recherche minière à l'extrémité S. E. du lac de Iang-tsong) . . . . E 10
Kin-chouéi-kiao . . . . . F 7
Kin-gnia-tsuen . . . . . E 5
Kin-ki-tchaï . . . . . D 17
Kin-tso-kou . . . . . G 3
Kio-lo-tchao . . . . . G 13
Kio-pou-chao . . . . . D 11
Kiou-djai . . . . . G 16
Kiou-tzai . . . . . I 17
Ko-hi-heu . . . . . G 11
Ko-tiéou . . . . . E 19
Ko-kou . . . . . H 19
Ko-kou-cha . . . . . D 6
Ko-kou-to (vers) . . . . . D 6
Ko-ma . . . . . E 7
Ko-kou-tsen (village entre Tien-sen-kouang et Ta-hi-ti non marqué sur la carte) . . . . G 10
Ko-yi-ho . . . . . G 11
Koa-kouan-in . . . . . D 16
Kong-chann . . . . . F 5
Kong-chou-tchang . . . . . F 18
Kou-hou-a . . . . . G 17
Kou-ni-ka . . . . . D 5
Kou-niou-kiang . . . . . G 3
Kou-tcha . . . . . E 17
Kou-tchang . . . . . D 7
Kou-tchen . . . . . E 5
Kou-tchi-kai . . . . . H 19
Kou-ti-pa-tsien . . . . . I 19
Kou-tien-fong . . . . . E 3
Kouan-in . . . . . C 12
Kouan-in . . . . . D 16
Kouan-nan-in . . . . . D 12
Kouang-chang . . . . . C 12
Kouan-ping-tien . . . . . D 15
Kouang-ni-po . . . . . D 13
Kwéi-tien . . . . . F 16
Kouéi-tou . . . . . D 17
Kwéi-tsin . . . . . D 9
Kouen-in-sa . . . . . E 3
Kouen-lou . . . . . E 15
Kouen-non-tien . . . . . F 16
Kouen-sao-kao . . . . . D 3
Kouen-yang-tch . . . . . C 11
Koun-hoa-tang . . . . . E 17
Kwang-à-tchéou (hors de la carte, à trente kilomètres à l'E. de Mi-léu) . . . . . .
Kwang-nang (en dehors de la carte) . . . .
Kwéi-yang, capitale du Kwéi-tchéou . . . .
Kwéi-lang-sa . . . . . F 7

La-hou-la . . . . . C 4
La-ni-pang . . . . . H 19
La-ni-tang . . . . . D 4
La-po . . . . . G 2
La-pou . . . . . C 9
La-tang-fang . . . . . G 1
La-li-'hé . . . . . E 15
Lai-tché-chao . . . . . G 13
Lai-tseu . . . . . G 14
Lan-ni-pé . . . . . F 17
Lan-nin-tsin . . . . . F 12
Lan-tien . . . . . D 13
Lan-tchin . . . . . F 10
Lan-yin . . . . . B 8
Lang-hi-tchai . . . . . G 15
Lang-kia-in . . . . . D 11
Lao-tchang . . . . . E 3
Lao-chou-to . . . . . C 4
Lao-hai-kai . . . . . F 8
Lao-hai-kai . . . . . D 7
Lao-ka . . . . . D 5
Lao-ka-ka . . . . . D 7
Lao-kai . . . . . E 5
Lao-li-tsin . . . . . E 13
Lao-lou-kouan . . . . . A 14
Lao-ma-kai . . . . . F 17
Lao-mou-tchong . . . . . H 19
Lao-ouai-tchang . . . . . F 12
Lao-tchai . . . . . E 13
Lao-tchai . . . . . H 20
Lao-tchang . . . . . E 3
Lao-tong-tsouen . . . . . G 19
Lao-tsin-chou . . . . . F 12
Lao-wa-tong (recherche minière près de Chouéi-tang) . . . . . .
Lao-yun . . . . . E 16
Leng-chouéi-keuou . . . . . D 16
Leng-chouéi-keuou . . . . . H 10
Li-chao-tsouen . . . . . F 8
Li-hang-cha . . . . . F 15
Li-kin . . . . . C 9
Li-tchang . . . . . D 12
Li-tchang-in . . . . . D 16

Li-tchia-tchai . . . . . G 19
Li-tia-ouen . . . . . E 4
Li-tseu-ping . . . . . C 9
Liang-yu-tien . . . . . H 19
Lien-tong-tsin . . . . . E 8
Liéou-kiai-tseu . . . . . C 11
Lin-ngan . . . . . D 17
Liou-chang-ping . . . . . D 2
Liou-chou-ho . . . . . F 6
Liou-ki-po . . . . . D 17
Liou-mo . . . . . D 13
Liou-tia-pa . . . . . F 7
Lo-a-tien . . . . . G 10
Lo-chouéi-tong . . . . . D 14
Lo-kan-san . . . . . E 13
Lo-lo-tchong ou San-tchai-long-tchong . . . E 14
Lo-lo-tchong . . . . . E 18
Lo-pa . . . . . C 5
Lo-pa-koa . . . . . E 13
Lo-pou . . . . . G 16
Lo-pou-'ho . . . . . C 5
Lo-sé-tang . . . . . E 17
Lo-san-pou . . . . . D 14
Lo-suy . . . . . D 3
Lo-tcha-tchoung . . . . . E 16
Lo-ya . . . . . F 13
Lo-yen-tsouen . . . . . E 7
Loan-tou-chao . . . . . G 14
Long-long . . . . . D 14
Long-tan-tsouen . . . . . C 9
Long-tan-sin . . . . . F 16
Long-tang . . . . . G 13
Long-tao-kai . . . . . D 9
Long-toung . . . . . F 1
Long-tsi-chou . . . . . F 8
Lou-fong-chann . . . . . G 13
Lou-fong-tsouen . . . . . E 12
Lou-ka . . . . . D 6
Lou-kai . . . . . E 2
Lou-ki . . . . . D 13
Lou-ki . . . . . F 13
Lou-kouen-tsouen . . . . . F 9
Lou-koung-chao . . . . . F 18
Lou-k'uian-hién, ville située un peu en dehors de la carte à 60 km. environ au N. N. E. de Yun-nan-fou . . . . . .
Lou-léang . . . . . H 9
Lou-méi . . . . . G 11
Lou-na-kou . . . . . D 5
Lou-na-tsen . . . . . F 12
Lou-lan . . . . . D 7
Lou-nan . . . . . F 11
Lou-sa-pien . . . . . G 16
Lou-tchai-tchong . . . . . D 12
Lou-tchi . . . . . E 14
Lou-tchoung . . . . . D 12
Lou-yen-san . . . . . I 20
Louang-chen-ngao . . . . . G 14
Long-kiang-tsin . . . . . G 2
Long-tao-tchai . . . . . F 18
Lu-na-ka . . . . . B 3
Ly-kouan-in . . . . . F 9
Ma-che-kai . . . . . G 17
Ma-fan . . . . . E 8
Ma-ga-tchao . . . . . E 3
Ma-ngan-chin . . . . . F 9
Ma-houan-keou . . . . . G 13
Ma-i (village entre le Fleuve Rouge et Mong-tseu) . . . . . .
Ma-ka-tchai . . . . . H 20
Ma-kai-tse . . . . . H 19
Ma-kai-tseu . . . . . D 15
Ma-kia-ouan . . . . . D 14
Ma-la-ly . . . . . D 7
Ma-li-chou . . . . . G 16
Ma-li-ouan . . . . . I 20
Ma-lo-ka . . . . . D 5
Man-hao (localité située hors de la carte, au bord du Fleuve Rouge à 40 km. au S. de Mongtseu à vol d'oiseau) . . . . . .
Ma-long-tch'eou . . . . . H 7
Ma-psa-in . . . . . C 10
Ma-tche-tchao . . . . . G 17
Ma-tia-in . . . . . F 10
Ma-tien-chann . . . . . F 8
Ma-tien-tseu . . . . . G 20
Ma-touan . . . . . F 15
Ma-san-chan . . . . . H 19
Ma-tsao-keuou . . . . . F 13
Ma-tsuen . . . . . E 12
Mai-ti-sin . . . . . E 6
Mao-che . . . . . B 13
Mao-chouéi tong . . . . . G 11
Man-la-siao-tchai . . . . . H 18
Mao-tchei-fou . . . . . D 13
Mao-tien-tsin . . . . . F 13
Me-ly-tsouen . . . . . C 8
Meï-kia-in . . . . . F 10
Mi-la-ti . . . . . G 19
Mi-leu . . . . . G 13
Mi-mi-ti . . . . . H 20
Mi-tchou-long . . . . . F 7
Mi-to-sa . . . . . F 16
Mien-tien . . . . . E 17
Ming-hin . . . . . D 12
Min-tiou . . . . . H 18
Min-hin . . . . . D 8
Mo-chien-tsin . . . . . F 13
Mo-kai-tzeu . . . . . D 5
Mo-kou . . . . . E 15
Mo-kou-sin-hin . . . . . E 16
Mo-lo-pan . . . . . G 16
Mo-lou . . . . . H 16
Mo-lou-pé . . . . . G 16
Mo-lou-tchang . . . . . D 2
Mo-mo-tse . . . . . H 20

Mo-pé-tchong. . . . . E 14
Mo-pon-tchong . . . . . F 13
Mo-ti-yen. . . . . F 10
Mo-tou-tsin. . . . . H 11
Mong-ti-tsen . . . . . E 14
Mong-tseu.. . . . . G 19
Mou-kou-ti. . . . . I 20
Mou-poun-tseu. . . . . E 3
Mou-pi-kai. . . . . H 19

Na-kou-tchi. . . . . D 7
Na-moun-ko. . . . . J 20
Na-tsao-chua.. . . . . G 15
Nan-chouei-keuou . . . . . E 13
Nan-lou. . . . . F 12
Nan-tchai. . . . . F 17
Nan-tchen.. . . . . B 14
Nan-tchouang. . . . . D 17
Ngan-ning. . . . . B 10
Ngan-pien-chao. . . . . E 17
Ngao-tseu.. . . . . E 5
Ngao-tseu.. . . . . G 13
Nin-ko-pa.. . . . . G 19
Ni-tsou-ka. . . . . E 4
Ninh-tchéou. . . . . D 14
Niou-pon-tse. . . . . E 1
Niou-poung. . . . . I 20
Niou-poung . . . . . I 20
Niou-tou-tchai. . . . . H 19
Ni-ou-ké. . . . . G 17

Ou-poun-tchai. . . . . D 17
Oua-tse. . . . . F 12
Ouan-li-tchai. . . . . H 19
Ouan-san-tzai . . . . . E 17
Ouan-tei-pei . . . . . H 19
Ouan-teuou. . . . . G 14
Ouang-pé-pé . . . . . G 17

Pa-cha-chao . . . . . F 5
Pa-cha-pou. . . . . D 17
Pa-li-pou . . . . . F 8
Pa-long-tchin . . . . . D 6
Pa-mao-tseu . . . . . H 10
Pa-pei-tsi. . . . . E 4
Pa-ping-tcheng. . . . . E 4
Pa-tiao-tso . . . . . D 5
Pa-tieou-sen . . . . . G 15
Pai-le-tsen . . . . . E 12
Pan-chiao . . . . . D 9
Pan-chiao ou Siao-tang-tché . . . . . F 7
Pan-tché-houa. . . . . F 18
Pan-tchi-hua . . . . . G 19
Pan-kian-kiao (pont de). . . . . F 19
Pé-hoa-tseu. . . . . G 16
Pé-leu-hou. . . . . E 6
Pé-long-tchao . . . . . E 8
Pé-na-ka . . . . . D 5
Pé-po-tio . . . . . D 15
Pé-tchen . . . . . C 13
Pé-tsuen . . . . . E 12
Péi-fang-wan . . . . . G 2
Péi-hai . . . . . D 5
Péi-heuou . . . . . G 16
Péi-kia-chan . . . . . F 6
Péi-kia-tsouéi . . . . . F 7
Péi-mou-kong. . . . . G 20
Péi-po . . . . . D 16
Péi-ta-si . . . . . H 20
Péi-tchou-tien. . . . . I 20
Péi-tchouang . . . . . D 5
Péi-tsen . . . . . D 9
Peu-kiao . . . . . I 11
Peu-kou-ti . . . . . I 20
Peu-niou-tan . . . . . I 20
Pi-ki-kouan. . . . . C 10
Po-cha. . . . . F 7
Po-shi . . . . . E 14
Po-tio. . . . . A 14
Pong-pang . . . . . E 9
Pong-pou . . . . . G 15
Pou-eul. . . . . C 9
Pou-la . . . . . G 15
Pou-la-mi.. . . . . H 16
Pou-li-sou . . . . . F 1
Pou-nai-chan.. . . . . B 14
Pou-san. . . . . E 17
Pou-tao-tsuen . . . . . G 11
Pou-tche-ho. . . . . E 3
Pou-te-mi . . . . . B 3
Pou-tou-'ho. . . . . C 6
Pou-tse-ti.. . . . . G 20
Pou-tchao-pa.. . . . . F 16
Pou-yi-tao . . . . . G 19

Sa-tio . . . . . E 6
Sa-yen-ho . . . . . E 3
San-té-pé.. . . . . F 17
San-pan-tchiao. . . . . F 7
San-kia . . . . . F 13
San-kiang . . . . . F 14

San-kin-tsouen . . . . . G 13
San-kiou-tang . . . . . G 2
San-oué . . . . . E 17
San-tao-chou . . . . . F 12
San-tao-ho . . . . . F 5
San-tcha-tien . . . . . C 11
San-tchai . . . . . I 20
San-tchai-long-tchong ou Lo-lo-tchong . . . E 14
San-tseu . . . . . D 10
Sao-fang . . . . . G 2
Sao-hai-tzeu . . . . . E 6
Sao-keu . . . . . J 20
Sao-lo-tso . . . . . B 3
Sao-pa . . . . . D 14
Sao-pa . . . . . G 2
Sao-pou . . . . . F 12
Sao-ti-hai . . . . . G 15
Sao-ki-tchai . . . . . E 14
Se-hong-pou . . . . . D 12
Se-tong-keuou . . . . . C 12
Se-yen-tsin . . . . . F 11
Seu-tia-kai . . . . . E 5
Si-di-ling . . . . . E 1
Si-eul . . . . . E 13
Si-fa-tsouen . . . . . F 10
Si-hai-pien . . . . . D 13
Si-ka-ly . . . . . D 5
Si-li-koa . . . . . F 7
Si-ngao-chao . . . . . D 16
Si-tsa . . . . . G 15
Si-tchouang (nom cité par M. Leclère dans la plaine de Ling-ngan).
Si-yang-tang, ou Tsin-chouei-keuou . . . . F 9
Siao-kouei-in . . . . . F 10
Siao-long-ouang-miao . . . . . D 12
Siao-long-tia . . . . . F 8
Sia (o) houéi-chan . . . . . H 17
Sia (o) tien-oué . . . . . D 5
Sia (o) tzo-lo . . . . . G 13
Siao-lo-tsie . . . . . F 13
Siao-chao . . . . . F 10
Siao-chao . . . . . C 9
Siao-chang-toung . . . . . F 1
Siao-che-ki . . . . . D 13
Siao-che-kiao . . . . . C 13
Siao-choui-tin . . . . . D 5
Siao-he-tou . . . . . F 14
Siao-ho-keuou . . . . . E 13
Siao-hoang . . . . . E 5
Siao-houng-po . . . . . F 10
Siao-kai . . . . . B 14
Siao-kai . . . . . C 14
Siao-kan-tia . . . . . G 15
Siao-kao-tsouen . . . . . B 8
Siao-ko-lo . . . . . G 15
Siao-kouéi-lou . . . . . D 17
Siao-lan-tin . . . . . E 18
Siao-li-tsin . . . . . D 11
Siao-long-tan . . . . . F 4
Siao-long-tan . . . . . G 16
Siao-long-tan . . . . . F 16
Siao-mo-kou-long . . . . . E 13
Siao-pou-tou . . . . . G 2
Siao-pou-tseu . . . . . D 15
Siao-sin-tien . . . . . G 13
Siao-tang-tché ou Pan-chiao . . . . . F 7
Siao-tang-po . . . . . E 12
Siao-ti . . . . . D 13
Siao-tia-tchouang . . . . . D 16
Siao-tou-chan . . . . . G 12
Siao-tou-kao . . . . . F 6
Siao-tou-keuou . . . . . F 10
Siao-tou-san . . . . . E 13
Siao-toun-tan-tchouang . . . . . E 14
Siao-tsao-tseu . . . . . F 7
Siao-tseu . . . . . D 15
Siao-tsin-oan . . . . . D 15
Siao-tsouen-tzeu . . . . . D 5
Siao-wou-tang . . . . . F 1
Sié-si-fé . . . . . F 13
Sien-kien-ying . . . . . D 14
Sien-kieng . . . . . G 20
Sien-mou-tchao . . . . . D 16
Sin-chao . . . . . G 12
Sin-chien . . . . . G 20
Sin-chouéi-kéou . . . . . F 9
Sin-fang . . . . . C 12
Sin-fang . . . . . D 17
Sin-hin . . . . . B 13
Sin-kai . . . . . C 12
Sin-kai . . . . . E 11
Sin-kai (village du bord du Fleuve Rouge entre Man-hao et Mong-tseu) . . . . . .
Sin-kai-tseu . . . . . F 8
Si-ngan-fou . . . . . G 19
Sin-pa . . . . . F 19
Sin-tchai . . . . . G 12
Sin-tchai . . . . . D 13
Sin-tchai . . . . . D 14
Sin-tchai . . . . . E 17
Sin-tchai . . . . . E 17
Sin-tchai . . . . . E 13
Sin-tchai . . . . . F 18
Sin-tchouan . . . . . D 14
Sin-tien-tsuen . . . . . G 11
Sin-tchao . . . . . D 17
Sin-tien . . . . . I 16
Sin-tien-pa . . . . . E 3
Sin-tien-fong . . . . . E 3
Sing-tou-tsin . . . . . G 2
Sin-tsouen . . . . . G 13
Sin-tsouen . . . . . C 5
Sin-tsouen-so . . . . . D 17
Sin-sao . . . . . G 14
Siun-tien-tchéou . . . . . F 7
Si-wo . . . . . B 14
So-lo-wan . . . . . G 7
Song-ming-t. (tchéou) . . . . . E 8
Sou-tan-tsouen . . . . . F 10
Sou-kai . . . . . D 16
Sou-kia-tchouang . . . . . E 11
Soun-li-tchou . . . . . H 11

Soun-tseu-yuen . . . . . E 12
Sseu-kia . . . . . F 14
Sui-long-tien . . . . . E 19
Sui-tien . . . . . E 12

Ta-chao . . . . . D 16
Ta-chao . . . . . C 8
Ta-che-chann . . . . . D 15
Ta-cheng-keuou . . . . . F 10
Ta-chouéi-tang . . . . . G 3
Ta-chouéi-tang . . . . . G 13
Ta-choui-tin . . . . . D 6
Ta-chouéi-tsen . . . . . E 13
Ta-ha-tchao . . . . . H 7
Ta-hi . . . . . C 14
Ta-hio-sou . . . . . E 14
Ta-houang-tien . . . . . E 5
Ta-houen . . . . . C 8
Ta-hu-tchai . . . . . I 17
Ta-hien . . . . . D 13
Ta-hi-ti . . . . . G 10
Ta-ing . . . . . D 17
Ta-ka-la . . . . . E 15
Ta-keuou . . . . . C 11
Ta-kiao . . . . . G 1
Ta-koa . . . . . F 10
Ta-kouang-fein . . . . . H 11
Ta-kouang-ti . . . . . F 8
Ta-li-chau . . . . . E 3
Ta-li-fou. (Grosse préfecture du Yun-nan occidental à environ 350 km. à l'O. N. O. de Yunnan-fou) . . . . . .
Ta-li-ping (village sur le Kiou-kiang) à l'Est de Cha-pa . . . . . .
Ta-li-tang . . . . . I 16
Ta-li-chou . . . . . H 11
Ta-lo-ko-sseu . . . . . E 78
Ta-lo-tsie . . . . . E 13
Ta-long-chou . . . . . E 13
Ta-long-tan . . . . . F 5
Ta-long-tan . . . . . F 15
Ta-long-tchai-tchoung . . . . . F 14
Ta-lou-pié . . . . . E 16
Ta-lou-tsen . . . . . D 11
Ta-long-ouang-miao . . . . . D 12
Ta-mé-chau . . . . . E 3
Ta-mé-ti . . . . . G 12
Ta-mou-tien . . . . . E 5
Ta-ma-ti . . . . . D 13
Ta-ouéi-pa . . . . . E 4
Ta-pa-tin . . . . . D 13
Ta-pan . . . . . D 13
Ta-pin-ti . . . . . E 11
Ta-piou-ti . . . . . E 13
Ta-ping-pou . . . . . F 13
Ta-pou-po . . . . . H 19

Ta-san-pé . . . . . E 17
Ta-sin-kai . . . . . G 1
Ta-si-ké . . . . . E 19
Ta-si-tou-chang . . . . . F 1
Ta-si-tsouen . . . . . C 8
La-sin-mao . . . . . C 4
Tatchai . . . . . H 16
Ta-tchouang . . . . . G 18
Ta-tien-fan . . . . . E 4
Ta-to . . . . . E 2
Ta-tong-tchang . . . . . F 15
Ta-touen . . . . . F 19
Ta-tsai-ti . . . . . F 5
Ta-tsai-tso . . . . . F 7
Ta-tsouen-tzeu . . . . . D 4
Ta-tsuen . . . . . F 12
Ta-tzeu . . . . . C 3
Ta-wou-tchai . . . . . E 18
Ta-yao-tchai . . . . . H 16
Tai-tchong . . . . . D 5
Tai-tou-po . . . . . G 3
Tan-voun-zai . . . . . G 14
Tang-fang . . . . . F 8
Tang-fang . . . . . G 12
Tang-keou . . . . . C 14
Tang-tche . . . . . E 10
Tao-jouei . . . . . C 13
Tao-ta-tchin . . . . . F 10
Ta-yao-tchai . . . . . H 16
Tcha-ho . . . . . F 9
Tcha-long . . . . . G 12
Tchan-chan . . . . . B 8
Tchang-hi . . . . . E 5
Tchang-kia-tchai . . . . . F 19
Tchang-tchao . . . . . F 16
Tchang-tchong . . . . . F 16
Tchao-hai-tzeu . . . . . D 2
Tchao-koua . . . . . H 10
Tchao-nin-tchai . . . . . G 15
Tchao-pao-tchoung . . . . . D 14
Tchao-ta-tsouen . . . . . D 5
Tchao-to . . . . . H 18
Tchao-tsi-tsin . . . . . D 11
Tche-ki . . . . . G 2
Tche-kia-in . . . . . D 15
Tche-ko-pou . . . . . A 14
Tche-la-pai . . . . . G 14
Tche-pai . . . . . B 8
Tche-peu-ngi . . . . . I 16
Tche-pou-tchai . . . . . F 17
Tche-tien . . . . . G 13
Tch'eng-kiang . . . . . D 11
Tch'eng-kong . . . . . D 10
Tch'eng-kong-pou . . . . . E 10
Tchi-li-tchao . . . . . F 8
Tchin-tao-hin . . . . . C 9
Tchin-tia-in . . . . . F 10
Tchong-ho-yun . . . . . H 17
Tchong-ho-pou . . . . . D 15
Tchong-pei . . . . . C 10
Tchong-tchai . . . . . H 16

Tchong-tchai . . . . . I 20
Tchong-tchang . . . . . E 3
Tchong-tsouen . . . . . D 7
Tchong-wei . . . . . G 15
Tchou-yuen . . . . . G 15
Tchou-hing-fou, (ville du Yun-nan occidental, entre Yun-nan-fou et Ta-li-fou en dehors de la carte) . . . . . E 16
Tchoua-men-keuou . . . . . D 16
Tchouan-wang-so . . . . . G 19
Tchouen-tsen . . . . . G 15
Tchong-ko-lo . . . . . E 14
Tchoun-tchai . . . . . G 16
Tchoun-tchai . . . . . H 11
Tchoung-tchai . . . . . G 2
Te-mie . . . . . G 19
Teou-tang . . . . . H 17
The-la-ki . . . . . E 6
Thin-hou . . . . . F 9
Tia-long . . . . . E 6
Tien-cha . . . . . D 12
Tien-chann . . . . . F 17
Tien-chong . . . . . D 5
Tien-houé . . . . . E 13
Tien-ko-tchou . . . . . C 12
Tien-pan . . . . . G 10
Tien-sen-kouang . . . . . F 15
Tien-sin . . . . . E 10
Tien-so . . . . . F 13
Tien-sou . . . . . D 14
Tien-tsie-kouang . . . . . D 13
Tin-tcheu . . . . . E 11
Tso-houéi-yin . . . . . F 13
To-ki . . . . . E 4
To-lo-pa . . . . . G 2
To-ma-koun . . . . . H 19
To-ti-chong . . . . . C 12
To-yi-chou . . . . . H 20
To-yi-chou . . . . . D 15
Tong-'hai . . . . . B 14
Tong-san . . . . . E 10
Tang-tche . . . . . F 1
Tong-tchouan-fou . . . . . G 19
Tong-tsouen . . . . . F 4
Tou-chang . . . . . F 10
Tou-kia-houan . . . . . E 18
Tou-kia-tchoan . . . . . F 7
Tou-kouang-tang . . . . . E 14
Tou-lao-houé . . . . . C 3
Tou-mou-nyi . . . . . E 12
Tou-ouang-tchouang . . . . . E 13
Tou-pi . . . . . G 17
Tou-pi . . . . . G 13
Tou-lai-tsen . . . . . G 19
Tou-tou-pe . . . . . I 10
Tou-tza . . . . . C 9
Tou-tsen . . . . . C 9
Touan-lien . . . . . G 10
Touan-sin-chao ou Che-pan . . . . . G 10
Touan-tang . . . . . F 18
Touan-tchai . . . . . D 11
Touan-tsen . . . . . G 4
Touen-kai (marché) . . . . . F 7
Touen-touen-ho . . . . . G 2
Toui-pou . . . . . E 16
Toun-chang . . . . . F 7
Toun-san-tchouan . . . . . D 17
Toun-san-tzai . . . . . E 9
Tsai-kai-tseu . . . . . F 18
Tsa-tien . . . . . E 10
Tsao-tien . . . . . G 7
Tsao-'hai-pan-kiao . . . . . D 7
Tse-men-long . . . . . C 8
Tse-men-long . . . . . F 20
Tse-pou-ti . . . . . H 7
Tseng-lang-pou . . . . . G 13
Tsi-hoa-touan . . . . . F 18
Tsi-kay . . . . . H 20
Tsi-po . . . . . G 17
Tse-tsou . . . . . H 19
Tsi-tsou-keu . . . . . F 18
Tsiang-chouéi-ti . . . . . E 17
Tsin-chouéi-tang . . . . . E 13
Tsin-long-kai . . . . . F 9
Tsin-chouéi-keuou ou Si-yang-tang . . . . C 11
Tsin-ning . . . . . G 19
Tsin-chouéi-tang . . . . . F 16
Tsin-choui-tang . . . . . H 11
Tsin-si-keuou . . . . . H 20
Tsin-tseu . . . . . D 9
Tsing-chouéi-ho . . . . . D 12
Tsiou-tsiao-keuou . . . . . D 13
Tso-houéi . . . . . F 10
Tso-houéi-in . . . . . G 3
Tsou-ch'ang . . . . . G 3
Tsou-ch'ang-kou . . . . . F 8
Tsou-yao-tsouen . . . . . E 4
Tsouen-tien-po . . . . . H 19
Tsouen-tse-po . . . . . D 9
Tsouen-tsouen . . . . . F 5
Tsuan-pao-tsouen . . . . . E 8
Tuong-houé . . . . . H 20
Tsé-kou-lou . . . . . H 20
Tsé-kou-ma . . . . . H 19
Tsé-ma-tchong . . . . . H 20
Tsé-mou-ti . . . . . H 20
Tsé-pin . . . . . H 20
Tsé-tong . . . . . B 3
Va-té . . . . . F 1
Vo-kiu-tsen . . . . . E 4
Wang-kouang-tsi . . . . . F 18
Wang-li-tchai . . . . . E 3
Wang-tchan-lao . . . . .

Wan-wou-ta	F	15
Wéi-téou-chann	E	18
Wéi-téou-chann	F	14
Wou-long	E	4
Wou-long-tsin	G	7
Wou-pong	F	15
Wou-sa-tchouang	H	7
Wou-ts'eng-tchéou, (hors de la carte, à 70 km. environ à l'E. N. E. d'Ami-tchéou)		
Wou-lou-si-chou	E	16
Wang-tang	E	16
Wou-t'ing-tchéou (au N. O. de Yunnan-fou en dehors de la carte)		
Wang-tang	D	15
Wang-tang	I	20
Y-ché	G	13
Y-pou-tchi	I	20
Ya-chang-kiu	F	1
Ya-kou-tang	F	5
Ya-kéou-tchai	G	20
Ya-kou-tchai	G	16
Ya-ma-tchai	G	17
Ya-tsou-tang	G	4
Yan-téou	F	20
Yang-kai	E	7
Yang-kin	E	7
Yang-kouan	D	15
Yao-kéou	B	13
Yao-poun-tzeu	D	2
Yao-tchai	F	8
Yao-yen-sen	H	20
Yé-king	E	2
Yen-lan	E	19
Yen-sen	H	20
Yi-kou-sseu	G	7
Yi-léang	F	10
Yi-long	F	8
Yi-pou-young	I	20
Yi-ta-fé	H	19
Yi-tchi-péi	H	19
Y-tchong	J	20
Yo-men-ko	B	2
You-chou-tang	G	3
Yu-houang-touang	D	19
Yunnan-fou	C	9
Yun-tong-tchéou (ville du Yunnan occidental, bassin du Haut-Mékong)		
Yunnan-y (ville sur la route de Yunnan-fou à Ta-li-fou)		

GARES

A-mi-tchéou	F	17
Chouéi-tang	E	10
Dragon-noir ou 'He-long-tan	G	19
Je-chouéi-tang	E	14
Kéou-kiai-tseu	F	11
Ko-kou	H	19
Ko-pao-tsouen	E	10
La-ha-ti (station de la ligne ferrée entre Lao-kay et Péi-tchai)		
Lo-chouéi-tong	H	19
Lou-kou-tchai	H	20
Lou-fong-tsouen	E	12
Mongt-seu Pi-ché-tchai	G	18
Nouo-tsou	E	13

Pei-tchai . . . . . I 20
Po-shi . . . . . E 14
Pou-tou-tsing . . . . . I 20

Si-eul . . . . . E 13
Si-tche-yi . . . . . E 15
Siao-long-tan . . . . . F 16
Siu-kia-tou . . . . . F 12
Siun-kien-sseu . . . . . F 16

Ta-t'a (La tour) . . . . . F 17
Tche-tsouen . . . . . G 18
Ta-tchouang . . . . . G 19
Tcheng-kong . . . . . D 10
Ti-chouéi . . . . . E 11

Wang-tang . . . . . I 20

Yi-léang . . . . . F 10
Yunnan-fou . . . . . C 9

Table des matières

Préface VII

1re Partie. — Géologie générale

Avant propos IX
Introduction XI

1re SECTION. — APERÇU GÉOGRAPHIQUE 1

Généralités 1
Vue d'ensemble 1
Observations sur les conditions générales du modelé 3
Région de Mong-tseu 7
Région de Mi-leu à l'est de la grande zone de fractures d'A-mi-tchéou à Tchao-koua 10
Région paléozoïque de Po-shi au sud du parallèle de Yun-nan-fou, entre la région du Pa-ta-ho et la région triasique de Mi-leu 16
Région paléozoïque des lacs 27
Région paléozoïque comprise entre le parallèle de Yun-nan-fou et le Kin-cha-kiang 35

2e SECTION. — STRATIGRAPHIE 43

Historique 43
Généralités 44

Chapitre I. — *Terrains cristallophylliens* 45

Chapitre II. — *Groupe paléozoïque* 47
Système silurien 47
Cambrien 47
Cambrien au S. O. de Po-shi 47
Cambrien au N. O. de Po-shi entre le Tie-tchen-'ho et le lac de Tcheng-kiang 49
Le Cambrien dans la région d'Y-léang, Ko-pao-tsouen, Tang-tche, Ta-koa, Eul-long-si-chou . 52
Le Cambrien dans les bassins du Nieou-lang-'ho du Liou-chou-'ho et du Pou-tou-'ho . . . 55
Cambrien de la nappe du Kiao-ting-chann 58
Classification des horizons cambriens 59
Comparaison du Cambrien yunnanais et des couches du même âge en Asie 59
Ordovicien 62
Ordovicien de la nappe du Kiao-ting-chann 63
Relations de l'Ordovicien yunnanais avec celui d'autres régions 64
Gothlandien 65
Relations du Silurien supérieur yunnanais et des régions asiatiques voisines 66
Essai de synchronisation des assises siluriennes de l'Asie méridionale 67
Système dévonien 69
Faciès des dépôts dévoniens yunnanais 69
Le Dévonien dans la région de Lin-ngan 73
Le Dévonien inférieur et moyen dans le Yun-long-chann 74
Le Dévonien dans la région du Tie-tchen-'ho entre Siun-kien-sseu et Je-chouei-tang 75
Le Dévonien dans la région de Po-shi 77
Le Dévonien dans la région de Lan-nin-tsin et de Ta-me-ti 86
Le Dévonien dans la région de Lou-nan 89
Considérations sur les variations de faciès dans le Dévonien yunnanais 93
Relations du Dévonien yunnanais avec celui des diverses régions asiatiques 94
Affinités du Dévonien yunnanais 96

Système carboniférien 97
Dinantien 97
A. — Grès et marnes bariolés à *Spirifer subconicus* (*h*I) 98
B. — Schistes marneux à *Productus undatus* (*h*IIa) et Calcschistes à *Productus striatus* (*h*IIb) . 99
C. — Horizon des schistes marneux à *Productella spinulosa* (*h*III) 101
D. — Horizon des calcaires noires à *Chonetes papilionacea* (*h*IV) 101
E. — Calcaire de Tou-mou-nyi à *Martinia glabra* (*h*V) 101
Résumé de la succession des dépôts dinantiens au Yun-nan 102
Rapport des dépôts dinantiens du Yun-nan avec ceux des régions asiatiques environnantes . . 103

Moscovien 105
Distribution des dépôts moscoviens au Yun-nan 106
Principales divisions du Moscovien Yunnanais 106
Région à l'O. du Tié-tchen-'ho 107
Le Moscovien entre Lin-ngan et Kouan-in 107
Région entre la vallée du Kiou-kiang et le Ki-lo-hou 108
Le Moscovien entre Si-wo et le lac de Kouen-yang 112
Le Moscovien dans la région du lac de Iang-tsong et de Iang-lin 113
Région à l'E. du Tie-tchen-'ho 120
Région de Lou-nan, Tien-sen-kouang, à l'E d'Yi-léang 121
Le Moscovien au N. de Yun-nan-fou 122
Parallélisme des affleurements moscoviens dans les diverses parties du Yun-nan et abrasion anté-ouralienne de la région à l'E. du Tie-tchen-'ho 123
Parallélisme des assises moscoviennes dans le Yun-nan oriental 124
Plissements et pénéplanation pendant la fin du Moscovien et le début de l'Ouralien 125
Comparaison des dépôts moscoviens dans les différentes parties du Yun-nan 125
Comparaison des dépôts moscoviens du Yun-nan et des régions asiatiques environnantes . . . 126

Ouralien 128
Région à l'O. de la chaîne du Tié-tchen-'ho 129
Région de Yun-nan-fou, pourtour du lac de Iang-tsong, Eul-long-si-chou, Iang-lin 133
L'Ouralien transgressif dans la zone des plissements moscoviens du Tie-tchen-'ho 135
Région à l'E. de la zone de plissements moscoviens du Tie-tchen-'ho 143
L'Ouralien entre le parallèle de Yun-nan-fou et le Kin-cha-kiang 144
Résumé de la répartition des différents horizons ouraliens au Yun-nan et des différentes transgressions 144
Essai de synchronisation des assises ouraliennes au Yun-nan 145
Affinités de l'Ouralien yunnanais 146
Comparaison des dépôts ouraliens du Yun-nan oriental et des régions asiatiques environnantes. 149
Essai de synchronisation des dépôts carbonifériens d'Asie au S. du continent de l'Angara . . hors texte

Système permien 153
Vue d'ensemble 153
Concordance au début de la période 153
Discordance de la fin du Permien supérieur 153
Région de Lin-ngan 154
Permien à l'E. du bassin de Mong-tseu 155
Le Permien entre le Tie-tchen-'ho et la région faillée de Pong-pou et Tchou-yuen 156
Le Permien dans la région de Lou-nan, Lo-a-tien, Tien-sen-kouang 163
Le Permien au N. du parallèle de Yun-nan-fou 164
Affinités du Permien yunnanais 168
Comparaison des dépôts permiens du Yun-nan et des régions asiatiques environnantes 171
Essai de synchronisation des assises permiennes du Yun-nan et des autres parties de l'Asie et de Russie . . . . . (hors texte)

Chapitre III. *Groupe mésozoïque* 175

Système triasique 175
Généralités 175
Localisation du Trias dans le S. E. du Yun-nan oriental 175
Etages triasiques représentés dans le Yun-nan oriental et leur répartition 176
Discordance du Trias inférieur sur le Paléozoïque 177

Série eotr'asique 177

Le Trias inférieur dans la région de Mi-leu et Tchou-yuen. 177
Bande werfénienne de Mi-leu à Tou-tza. 178
Bande werfénienne de Tchou-yuen. 178
Le Trias inférieur dans la région de Mong-tseu et A-mi-tchéou 183
Remarques sur l'attribution des terrains précédents au Trias inférieur. 184

Série mésotriasique. 185

Généralités. 185
Le Trias moyen à l'O. d'A-mi-tchéou 187
Le Trias moyen au N. et au S. d'A-mi-tchéou 190
Le Trias moyen autour de Mong-tseu 192
Le Trias moyen des plateaux de Tchong-ho-yun et Ta-hu-tchai 194
Le Trias moyen entre la grande faille de bordure du Ming-kien-chann et la fracture d'A-mi-tchéou, Pong-pou, Tchou-yuen 195
Le Trias moyen au N. et au N.-E. de Mi-leu 199
Observations sur la classification des assises précédemment décrites.. 200
Faune du Trias moyen du Yun-nan oriental et du Yun-nan occidental et comparaisons avec les faunes similaires d'Europe. 203

Série néotriasique 204

Localisation des affleurements du Trias supérieur. 204
Constitution lithologique des dépôts du Trias supérieur. 204
Coupe du Trias supérieur de Tou-pi à Niou-ké. 205
Série renversée du Trias supérieur de Tsé-tsou. 207
Coupe du Trias supérieur entre Cha-kou-lou et Lo-pou. 208
Coupe du Trias supérieur entre Tchong-ko-lo et Che-mo. 209
Région de Ta-yao-tchai, Che-ngai-tchai, Tchong-tchai 210
Autres points intéressants de la région du Trias supérieur. 212
Observations sur la classification des assises du Trias supérieur au Yun-nan. 214
Résumé relatif à la sédimentation des horizons successifs du Trias dans le Yun-nan oriental. . . 215
Comparaison des dépôts triasiques du Yun-nan oriental et des régions asiatiques environnantes. 216
Dépôts continentaux attribués au Rhétien 218

Chapitre IV. — *Dépôts tertiaires et pleistocènes.* 220

Chapitre V. — *Notice pétrographique et chimique sur les roches moscoviennes et permiennes du Yun-nan oriental.* 228

Syénite augitique de Vo-men-ko 229
Diabase augitique du pont du Pou-tché-'ho sous le col de Tsouen-tien-po. 229
Gabbro diabasique andésitique de la vallée du Pou-tche-'ho 230
Andésite de Wou-lou-si-chou. 231
Basalte doléritique, andésitique, augitique sous le col de Tsouen-tien-po. 232
Basalte doléritique à tendances ophitiques entre Ta-tzeu et Chou-kou. 233
Basalte andésitique d'entre Tou-mou-nyi et Lao-chou-to. 234
Basalte doléritique de Tchang-hi. 234
Tuf de Wou-long. 235
Résumé relatif aux roches éruptives. 235

Chapitre VI. — *Renseignements miniers.* 238

Mines de charbon. 238

Mines de lignite. 238

Mines de houille. 238

I. — Houilles moscoviennes. 239
II. — Houilles du Trias inférieur 239
III. — Houilles du Trias moyen. 243
IV. — Houilles du Trias supérieur. 244

Mines métallifères 245
Etain 245
Plomb, antimoine, arsenic 246
Fer 246
Or 246
Cuivre 247
Sel et gypse 250

3e SECTION. — GÉOLOGIE STRUCTURALE 251

Introduction 251

Différentes périodes de plissement au Yun-nan 252

Mouvement post-cambrien 252
Mouvements dévoniens probables dans la région de la boucle du Kin-cha-kiang 253
Mouvements carbonifériens 254
Affaissement et transgression progressive durant la fin du Moscovien, l'Ouralien et l'Artinskien . 255
Mouvements appartenant à la fin du Permien 255
Mouvements mésozoïques 257
Mouvements tertiaires et quaternaires 257
Mouvements orogéniques et épéirogéniques au Yun-nan du Cambrien à l'heure actuelle . . . 258

Analyse des plissements du Yun-nan-oriental 260

I. — Zone de bordure du massif ancien du haut-Tonkin 261
II. — Dislocations de la zone triasique 261
III. Région paléozoïque occidentale 272
1° Zone de contact de la région triasique plissée et de la région paléozoïque occidentale . 272
2° Allure des plissements de la région palèozoïque occidentale du Yun-nan oriental . . 274
a. Bande comprise entre la faille de Lou-nan et la région triasique 274
b. Zone plissée entre la faille de Lou-nan et la zone de fracture des lacs 277
c. Zones plissées parallèles au N.-O. de la zone de fracture des lacs orientaux . . . 286
3° Zone des plis au N de Yun-nan-fou et de Siun-tien-tchéou 293
IV. — Zone charriée du Kiao-ting-chann 297
Coup d'œil général sur la direction et l'allure des plis au Yun-nan 298
Relations des plis yunnanais avec les faisceaux asiatiques environnants 300
Conséquences de l'orientation des lignes de plissement au Yun-nan 303

Le réseau des fractures dans le Yun-nan oriental 303

Réseau des fractures comprises entre les directions N. S. et N. E.-S. O. 304
Réseau des fractures voisines de la direction N. O.-S. E. et champ de cassures de la région de Mong-tseu 313
Vue d'ensemble du réseau de fractures du Yun-nan oriental et relations avec les régions voisines. 315

L'activité séismique au Yun-nan 316

4e SECTION. — PHYSIOGRAPHIE 319

Introduction 319

Nécessité de recourir à la notion du mouvement épéirogénique pour expliquer les traits actuels du relief asiatique et extension de cette notion au Yun-nan 319
Les cycles d'érosion dans le Yun-nan oriental, depuis les plissements himalayens 322
Région traversée par le Kin-cha-kiang entre le Pou-tou-'ho et le Pou-tché-'ho 323
Cycles d'érosion dans le bassin du Liou-chou-'ho 327
Cycles d'érosion dans le bassin du Pou-tou-'ho 329
Bassin du Pa-ta-'ho 331
Région des plateaux du haut Nan-ti 342
Les lacs orientaux et leurs émissaires 344
Index alphabétique des noms 353

PLANCHE I

Planche I

Ravins sculptés dans le massif du Kiao-ting-chann, pendant le cycle du Kin-cha-kiang (Quaternaire). On remarquera principalement la profondeur énorme des vallées et la raideur des pentes. Au premier plan, ravin de Siao-tien-fang, complètement creusé dans les schistes lustrés (Cambrien et Dinantien du complexe de la nappe charriée du Kiao-ting-chann). Les plans lointains, d'une altitude moyenne de 4.000 m., formant la masse du Kiao-ting-chann et constitués par les calcaires ouralo-permiens dynamométamorphiques, représentent les restes du cycle du Kiao-ting-chann (Tertiaire).

Cliché Deprat. Photocoll. Mémin.

PLANCHE II

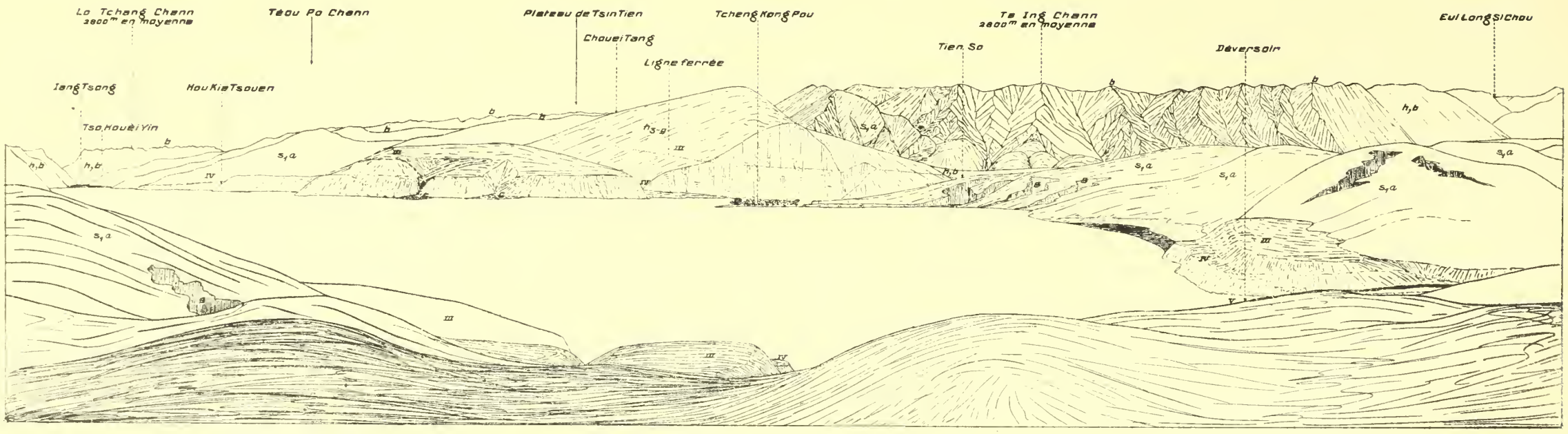
Planche II

Vue du lac de Iang-tsong prise depuis l'angle N. E. Le lac orienté presque N. S., a 14 km. de longueur et une moyenne de 3 km. de largeur. On remarquera d'abord la longue crête du Ta-ing-chann au fond à droite, cotant environ 2.800 m., à l'allure monotone, très escarpée, disséquée par des ravins limités par des crêtes étroites et dont la ligne de crête *b* représente le reste du cycle de Tsouéi-wéi-chann. A gauche, à l'extrémité du lac, on voit une autre ligne de sommets, le Lo-tchang-chann représentant également la surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann. Entre ces deux crêtes, sur la rive opposée à l'observateur, on distingue des lignes de sommets arrondis étagées en échelons de moins en moins hauts vers le lac et qui représentent une série de bandes affaissées vers la fracture du lac. — Noter également les bassins de réception sculptés dans la vieille surface du cycle de Tsouéi-wéi-chann appartenant au cycle IV de l'étage du Kin-cha-kiang. — Noter aussi les terrasses étagées visibles sur le pourtour du lac, à 60m. (cycle III) et 20 m. (cycle IV). — La figure montre encore d'énormes barrancos attestant la puissance de l'érosion actuelle.

s_1a Cambrien argilo-gréseux à *Redlichia* séparé à droite par la grande fracture des lacs de la haute chaîne du Ta-ing-chann. — $h,^b$ Moscovien supérieur gréseux. — $h_{3\text{-}9}$ Ouralien.

Mém. Serv. géol. de l'Indochine.

Vol. I; Fasc. 1. — Planche II



LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

PLANCHE III

Planche III

Fig. *A*. — Vallée du Kin-cha-kiang (haut Yang-tseu), à Mo-lou-tchang. Le fleuve a entaillé son lit dans le complexe des schistes lustrés de la nappe charriée du Kiao-ting-chann. On distingue nettement sur la photographie les vallées successives appartenant aux différents cycles de l'étage du Kin-cha-kiang. Le Kin-cha-kiang a ici une allure complètement torrentielle.

Fig. *B*. — Vallée du Kin-cha-kiang entre Mo-lou-tchang et Niéou-tchang-ping. On remarquera au milieu de la photographie la belle terrasse appartenant à l'avant-dernier cycle. IV de l'étage du Kin-cha-kiang et le canyon du cycle V.

A

B

Clichés Deprat. Photocollogr. Mennig, Arcueil-Seine.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

PLANCHE IV

Planche IV

Fig. *A*. — Vallée du Pou-tou-'ho (déversoir du lac de Kouen-yang) un peu en amont de son confluent avec le Kin-cha-kiang. Ce dernier passe au pied des grands sommets du fond dans le plan de la photographie. La figure montre les cycles IV et V de l'étage du Kin-cha-kiang. On remarquera la raideur des versants dans le cycle IV et le canyon du cycle V, tout au fond de la vallée.

Fig. *B*. — Vallée du Kin-cha-kiang vue de Yao-poun-tzeu. La profondeur de la vallée est telle que le fleuve n'est pas visible. On remarquera l'allure monotone des crêtes, restes de la topographie pliocène du cycle de Tsouéi-wéi-chann. La photographie montre au 2e plan les pentes des vallées des cycles II et III de l'étage du Kin-cha-kiang.

A

B

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

PLANCHE V

Planche V

Fig. *A*. — Calcaires ouraliens ruiniformes à *Neosch. craticulifera* près de Ho-mo-tchan.

Fig. *B*. — Aiguilles de calcaires ouraliens à *Sch. princeps* découpés par l'érosion près de Che-pan.

Fig. *C*. — Canyon près de Hou-tzou. Les personnages au 1er plan cheminent sur les schistes gréseux cambriens à *Redlichia chinensis*. La paroi opposée du canyon est formée par les grès ordoviciens supportant les calcaires transgressifs carbonifères à *Fusulines*.

Fig. *D*. — Canyon-cluse servant de déversoir au lac de Tang-tche. La ligne ferrée de Yun-nan-fou passe à droite.

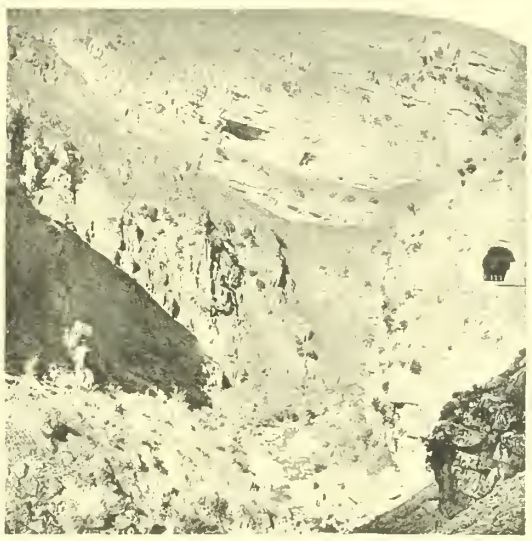
Fig. *E*. — Autre point du même canyon entaillé en cluse dans les calcaires, les grès et schistes gréseux (à pendage faible en ce point) du Cambrien.

Fig. *F*. — Gorges entaillées près de Tien-cha dans les calcaires ouraliens en discordance tectonique avec les grès cambriens qui forment le fond des gorges.

A

B

C



D

E

F

Clichés Deprat.

Photocollogr. Mémin, Arcueil (Seine)

PLANCHE VI

Planche VI

Fig. *A*. — Rives du Fou-sien-hou ou lac de Tch'eng-kiang, près de Li-tchang. Les grands contreforts des premiers plans sont formés par les calcaires ouraliens, de même que l'aiguille du fond. Les collines plus basses, aboutissant au lac et qui l'entourent, appartiennent aux grès psammites du Carbonifèrien moyen et aux coulées de labradorite altérée.

Fig. *B*. — Déversoir du Sing-yun-hou ou lac de Kiang-tchoan, entaillé dans le calcaire à Fusulines ouralien. Au second plan, nappe du lac au-delà de laquelle s'étendent les longues crêtes arrondies des masses gréseuses du Carbonifèrien moyen, à couches de charbon de Pe-tchen, et qui appartiennent au cycle pliocène du Tsouéi-wéi-chann. On remarquera les deux cycles superposés du déversoir indiqués par une rupture de pente des plus nettes et appartenant aux phases IV et V de l'étage du Kin-cha-kiang.

A

B

Clichés Deprat.

Photocollogr. Mémin, Arcueil (Seine

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

PLANCHE VII

Planche VII

Fig. A. — Bords du lac de Tch'eng-kiang à Lou-tchang. Au premier plan, calcaires à Fusulines ouraliens. Derrière le village, labradorite en coulée reposant nettement sur les calcaires du petit promontoire, qui plongent en sens inverse du lac. Au fond, aiguille de Tien-chann, formée par les calcaires ouraliens en synclinal fortement redressé, contre lesquels s'appuie la masse des labradorites. (Voir coupe fig. 40 atlas).

Fig. *B.* — Plaine de Tch'eng-kiang, produite par le retrait partiel du lac. Au 2e plan, collines gréseuses du Carbonifférien moyen. Les crêtes du fond sont constituées par les calcaires ouraliens du Lo-tchang-chann, et forment les restes de la pénéplaine pliocène du Tsouéi-wéi-chann.

A

B

Clichés Deprat. Photocollogr. Memin, Arcueil (Seine)

UNIVERSITY OF ILLINOIS

UNIVERSITY OF ILLINOIS

PLANCHE VIII

Planche VIII

Fig. *A*. — Maturité des hauts sommets dans les schistes lustrés très plissés (cycle du Tsouéi-wéi-chann). (Altitude de 3.200 à 3. 700 m.). Vue prise dans le massif du Kiao-ting-chann (zone charriée).

Fig. *B*. — Ravin de Mo-lou-tchang, affluent du Kin-cha-kiang, profond de 1.500 m., entaillé dans les schistes lustrés cambriens et dinantiens, de la zone charriée. En face, les gigantesques escarpements surplombant le Kin-cha-kiang sont calcaires. Noter l'étroitesse du thalweg. (Cycles du Kin-cha-kiang).

Fig. *C*. — Vallée du Pou-tou-'ho (déversoir du lac de Kouen-yang), près de Ki-tou. Type de vallée à approfondissement rapide. Cycle IV de l'étage du Kin-cha-kiang (Quaternaire).

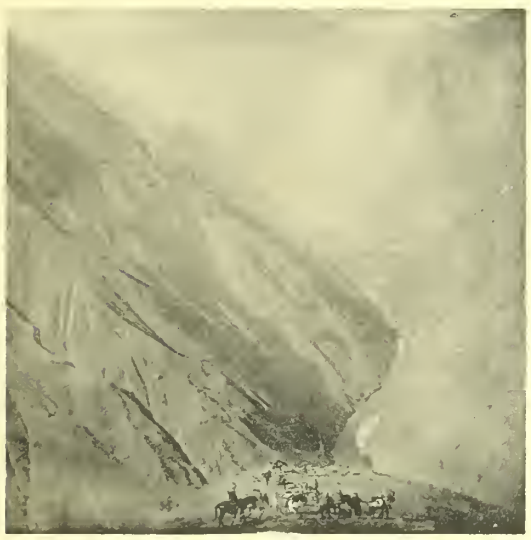
Fig. *D*. — Vallée de Ki-tou dans les schistes lustrés de la zone charriée. Au fond, pic de 4.000 m. appartenant au massif du Kiao-ting-chann.

Fig. *E*. — Vue prise près de Tou-mou-nyi. Au 1er plan, schistes gréseux cambriens. Les grands escarpements du 2e et du 3e plan sont entaillés dans les grès de la partie supérieure du Silurien et du Carboniférien inférieur. Les crêtes du fond, entre lesquelles coule le Kin-cha-kiang profondément encaissé, sont formées par les schistes lustrés, et les calcaires de la zone charriée. Les restes du cycle de Tsouéi-wéi-chann apparaissent sous forme de « ridge » séparant les vallées.

Fig. *F*. — Ravin affluent du Kin-cha-kiang entaillé dans le complexe des schistes lustrés, entre Lo-suy et Tchao-'hai-tseu.

A

B



C

D

E

F

Clichés Deprat.

Photocollogr. Memin, Arcueil (Seine).

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

PLANCHE IX

Planche IX

Fig. *A*. — Panorama de la région de Po-shi pris du Wéi-téou-chann. Au 1er plan, calcaires à *Rh. pugnus* (Dévonien supérieur), couverts d'une végétation frutescente. Au 2e plan, bande à modelé caractéristique des calcaires marneux (Dévonien moyen) appartenant au cycle III de l'étage du Kin-cha-kiang, entaillée par les ravins appartenant au cycle V. On remarquera les étangs sans écoulement, particuliers à cette zone. On devine, au-delà, la plaine d'effondrement de Po-shi. Au fond, haute chaîne de 2.500m. en moyenne, formée d'une façon générale de Dévonien inférieur et moyen recouvert en discordance par les calcaires ouralo-artinskiens, dont la ligne de crête représente le reste du cycle de Tsouéi-wéi-chann.

Fig. *B*. — Au 1er plan, vallée du Kiou-kiang, affluent du Tié-tchen-'ho. L'observateur est placé sur les schistes cambriens fossilifères de 'He-mo. De l'autre côté de la vallée, calcaires du Dévonien moyen formant un bourrelet arrondi après lequel, on aperçoit l'ancien fond de vallée beaucoup plus élevé, occupé actuellement par des rizières. Le déplacement latéral de l'axe de la vallée est remarquablement net. Les grandes pentes de la haute chaîne sont formées par la série du Dévonien inférieur et du Dévonien moyen très plissés, recouverts transgressivement par la série des calcaires à *Productus* et à *Fusulines* formant les crêtes supérieures qui appartiennent au cycle pliocène du Tsouéi-wéi-chann.

Les cycles successifs de creusement du Kiou-kiang appartenant à l'étage du Kin-cha-kiang offrent ici toute la netteté désirable.

A

B

Clichés Deprat.

Photocollogr. Mennn. Arcueil Seine

PLANCHE X

Planche X

Fig. *A*. — Formes d'érosion aux environs de Po-shi. Rivière du Kiou-kiang au 1er plan. Au 2e plan, calcaires du Dévonien moyen partiellement recouverts d'argiles de décalcification entaillées de barrancos profonds (V. à droite de la figure). Au fond, calcaires du Dévonien moyen entaillés de cluses étroites, appartenant aux derniers cycles de l'étage du Kin-cha-kiang et entaillant profondément l'ancien cycle de Tsouéi-wéi-chann.

Fig. *B*. — Village de Hou-tzou et fond de vallée dans le massif du Kiao-ting-chann. Aux premiers plans, schistes argileux cambriens sculptés en pente rapide, alternant avec un banc calcaire du même âge. Au fond, cirque entaillé dans la masse des calcaires dinantiens et ouraliens formant les grands escarpements embrumés, d'altitude variant de 3.700 à 4.000 m. Formes jeunes sculptées dans la région sénile du massif du Kiao-ting-chann et appartenant aux cycles de l'étage du Kin-cha-kiang.

A

B

Clichés Deprat.

Photocollogr. Ménun, Arcueil (Seine).

PLANCHE XI

Planche XI

Fig. *A*. — Modelé caractéristique dans les calcaires permiens de Tou-pi. On remarquera la constante régularité d'altitude des pitons calcaires représentant l'ancienne pénéplaine pliocène du cycle de Tsouéi-wéi-chann, ravivée actuellement par une érosion nouvelle par l'absorption des eaux dans un puissant réseau hydrographique souterrain. Le vallonnement au premier plan représente un ancien thalweg actuellement transformé par la production de nombreux gouffres d'absorption.

Fig. *B*. — Type de région karstique près de Mo-chien-tsin, sculptée dans les calcaires du Dévonien supérieur du niveau à *Rhynchonella (Pugnax) pugnus*, *Spirifer curvatus*, etc.

A

B

Clichés Deprat. Photocollogr. Mémin, Arcueil (Seine

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

PLANCHE XII

Planche XII

Fig. *A*. — Plaine d'Y-léang (Yi-liang) et le Tié-tchen-'ho. Grande plaine d'alluvions sableuses. Au fond, bande de hauteurs cambriennes.

Fig. *B*. — Allure du plateau dévonien dans la région de Ta-hi-ti.

Fig. *C*. — Gorge torrentielle dans les schistes gréseux cambriens et dinantiens entre Hou-tzou et Tou-mou-nyi. Au fond, crêtes calcaires. (Massif du Kiao-ting-chann).

Fig. *D*. — Rapides du Kin-cha-kiang, à Mo-lou-tchang. Remarquer la dimension des galets que roule le fleuve. Les profils des derniers cycles de l'étage du Kin-cha-kiang se dessinent nettement.

Fig. *E*. — Collines de grès rouges moscoviens et de tufs labradoritiques anciens près de Ma-fan.

Fig. *F*. — Sommets calcaires près de Tchang-hi. La pente sur laquelle se dressent les pins, est formée d'éboulis de basalte andésitique qui constituent les affleurements jusqu'au pied des hauts pitons de calcaire carbonifère, curieusement modelés.

A

B

C

D

E

F

PLANCHE XIII

Planche XIII

Fig. *A*. — Bords du lac de Tch'eng-kiang à Lou-tchang. Les hauteurs qui bordent le lac sont formées de grès bariolés carbonifériens moyens. Les calcaires ouraliens à Fusulines interviennent dans les hauteurs du fond. Au fond à droite, massif du Lo-tchang-chann, au profil monotone, reste du cycle de Tsouéi-wéi-chann. Au premier plan, un Chinois dans la posture de repos habituelle à tous les Extrêmes-orientaux.

Fig. *B*. — Modelé arrondi des calcaires ouraliens. Extrémité sud du lac de Tch'eng-kiang.

Fig. *C*. — Fond septentrional du lac de Kiang-tchoan, entièrement entouré dans la figure par les grès et les calcaires du Carboniférien moyen. Les profils des cycles successifs sont nettement indiqués. Au fond, ligne de crête représentant le reste du cycle de Tsouéi-wéi-chann.

A

B

C

Clichés Deprat. Photocollogr. Memin, Arcueil (Seine)

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

PLANCHE XIV

Planche XIV

Fig. *A*. — Modelé typique des grès micacés bariolés près de Kouan-in. Tout à fait aux derniers plans, au milieu de la figure, calcaires ouraliens. Vue prise du chemin de Cha-tchong à Kouan-in. L'ensemble montre les formes mûres de la pénéplaine du Tsouéi-wéi-chann ravivées par l'érosion.

Fig. *B*. — Chaîne de 2.500 m. entre Po-shi et Ninh-tchéou. (Revers de Po-shi). Le premier plan de hauteurs est formé par le Dévonien inférieur et moyen. La ligne de crête est occupée par les calcaires ouraliens.

A

B

Clichés Deprat.

Photocollogr. Memin, Arcueil (Seine).

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

PLANCHE XV

Planche XV

Fig. *A*. — Ancienne pénéplaine du cycle de Tsouéi-wéi-chann ravivée par l'érosion qui se comporte différemment dans les divers termes géologiques. Le premier plan et les hauteurs couvertes de pins du 2e et du 3e plan sont formés par les grès schisteux du Trias supérieur. A gauche et au fond, calcaires du Trias moyen butant par faille (au milieu de la photographie) contre le massif de pitons permiens de Tchong-ho-yun le long desquels ils sont affaissés.

Fig. *B*. — Cycle récent du Pa-ta-'ho à Tchong-tchai, entaillé dans les grès et les schistes du Trias supérieur.

A

B

Clichés Deprat. Photocollogr. Mémin, Arcueil (Seine).

PLANCHE XVI

Planche XVI

Fig. *A*. — Sculpture des grès argileux du Trias supérieur entre Che-mo et Tchou-yuen. Formes séniles du cycle de Tsouéi-wéi-chann attaquées par l'érosion.

Fig. *B*. — Grande faille près de Che-ngai-tchai, mettant en contact les calcaires permiens de droite avec les grès et marnes du Trias supérieur bien visibles dans le grand barranco voisin de la faille. Au fond de la photographie profil sénile du cycle de Tsouéi-wéi-chann.

A

B

Clichés Deprat. Photocollogr. Ménin, Arcueil (Seine).

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

PLANCHE XVII

Planche XVII

Fig. *A*. — Gorge du Kin-cha-kiang à Mo-lou-tchang, sculptée pendant les derniers cycles de l'étage du Kin-cha-kiang. Lambeau d'une terrasse du cycle IV au premier plan.

Fig. *B*. — Chaînes entre Ninh-tchéou et Po-shi. Alternance de synclinaux calcaires ouraliens et de zones anticlinales gréseuses moscoviennes. Au fond, crêtes de 2.500 m. de calcaires ouralo-arkinskiens. A gauche en bas, bassin fermé de Ninh-tchéou.

A

B

Clichés Deprat.

Photocollogr. Mennin, Arcueil (Seine).

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

PLANCHE XVIII

Planche XVIII

Fig. *A*. — Paysage karstique, dans les calcaires artinskiens entre Long-tan et A-ki-i. Les gros mouvements montagneux de droite sont formés de calcaires à Fusulines. Au dernier plan, la chaîne de hauteurs monotones de gauche est formée de calcaires appartenant au Dévonien supérieur ; elle appartient au cycle du Tsouéi-wéi-chann.

Fig. *B*. — Grande fracture de Kwéi-tien à la plaine de Mi-leu. Plaine d'effondrement de Pong-pou. Chaîne de calcaires permiens nettement limités par la fracture qui les met en contact avec le Trias moyen en partie masqué par les alluvions récentes.

A

B

Clichés Deprat. Photocollogr. Ménun, Arcueil (Seine

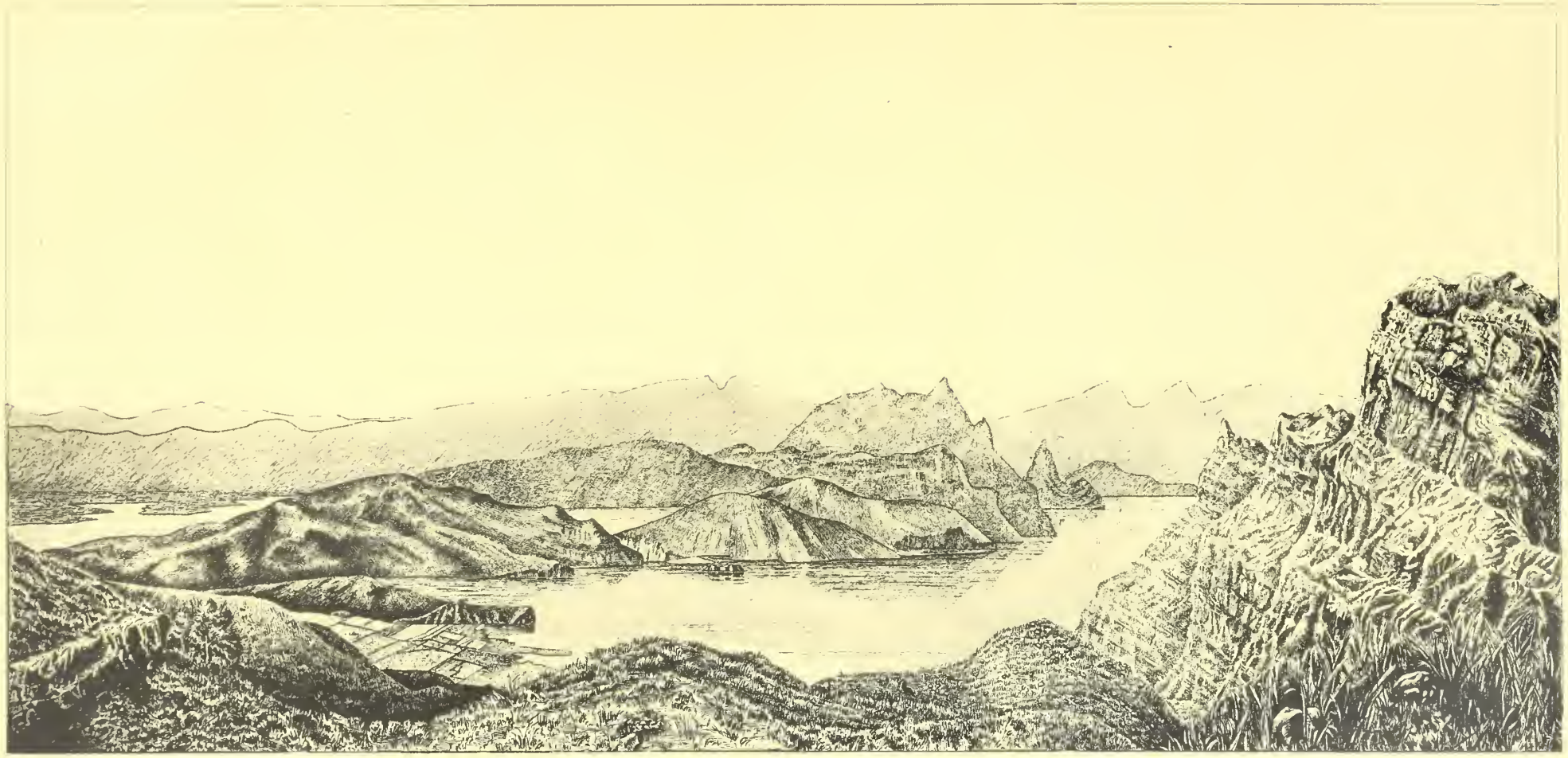
LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

PLANCHE XIX

Planche XIX

Vue panoramique prise depuis le sentier de Fein-chouéi-lin à Lou-khi montrant trois lacs : lac de Tch'eng-kiang ou Fou-sien-'hou au premier plan (superficie 285 k^{mq}) ; au deuxième plan, au milieu de la figure, on aperçoit une partie du Sing-yun-'hou ou lac de Kiang-tchoan et la cluse par laquelle ce lac s'écoule dans le Fou-sien-'hou ; au fond à gauche on aperçoit également une partie du lac de Tong-'hai ou Ki-lo-'hou indépendant du groupement précédent. Au second plan à droite, escarpements de Hou-cheu-ngai, dominant le lac de 800 ^{m}.

Dessin de M. le Commandant Dussault.



Photocollogr. Mémin, Arcueil (Seine).

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

PLANCHE XX

Planche XX

Fig. 1. — Labradorite moscovienne. Tien-chann, rive occidentale du lac de Tch'eng-kiang.
Magma microlitique dépourvu de phénocristaux. Les fins microlites visibles dans la préparation appartiennent à un *Labrador* Ab5 An6. Roche de coulée. × 15.

— 2. — Andésite ; Permien supérieur. Cheng-cha. Magma microlitique d'*Oligoclase-Andésine*, avec *Titanaugite*. Matière vitreuse interstitielle. × 15.

— 3. — Andésite ; Permien supérieur. Wou-lou-si-chou.
Magma microlitique d'*Oligoclase-Andésine* seuls bien visibles dans la préparation, avec *Titanangite*, *Ilménite*, *Sphène*, *Olivine* accessoire. Roche de coulée × 15.

— 4. — Même roche offrant localement de gros microlites d'*Andésine* avec beaucoup de matière vitreuse englobant de fins et rares microlites d'*Oligoclase-Andésine*. × 15.

— 5. — Tuf basaltique très riche en matière vitreuse. Permien supérieur ; Wou-lou-si-chou. × 15.

— 6. — Basalte andésitique entre Tou-mou-nyi et Lao-chou-to. Permien supérieur. Phénocristaux d'*Andésine-Labrador*, Microlites d'*Oligoclase-Andésine*. Matière vitreuse. La photographie laisse mal distinguer les microlites d'*Augite* et d'*Olivine*. × 15.

— 7. — Basalte doléritique ; Permien supérieur. Tchang-hi. Microlites de *Labrador*, *Titanaugite*, *Ilménite*, *Magnétite*, *Olivine*. Grandes plages de *Titanaugite*. Il n'y a pas de phénocristaux de feldspath. Roche de coulée × 15.

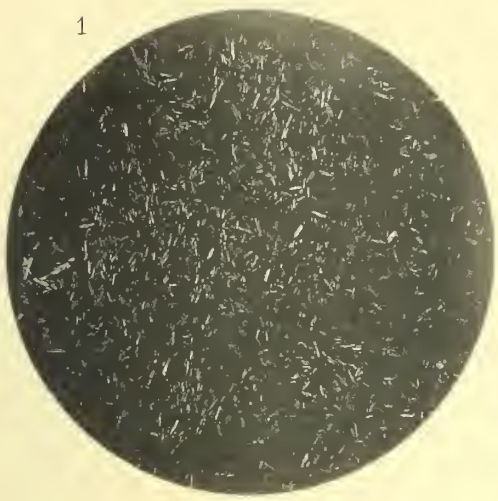
— 8. — Tuf basaltique, Permien supérieur. Près de Tchang-hi. × 15.

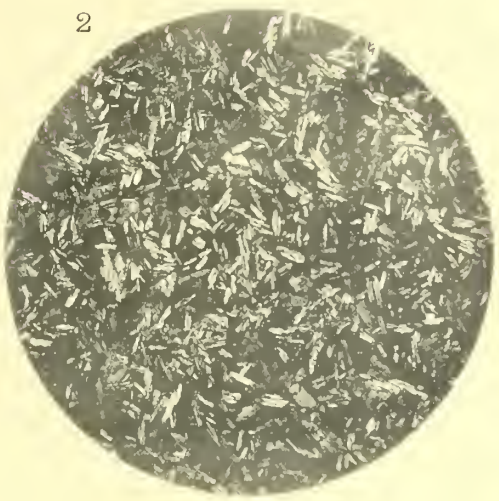
— 9. — Basalte doléritique ; Tchang-hi. Permien supérieur. Accident feldspathique formé de gros microlites d'*Andésine*. × 15.

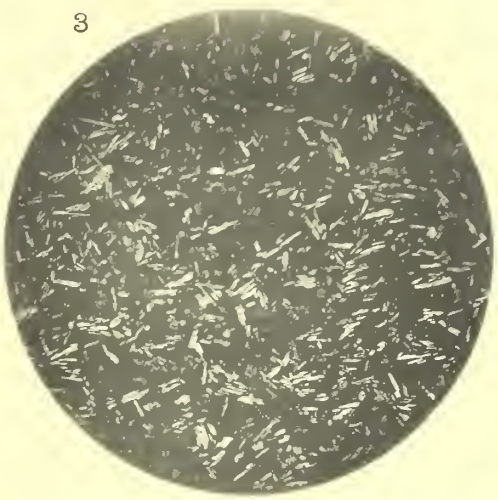
— 10. — Basalte doléritique à tendances ophitiques sous le col de Tsouen-tien-po.
Grandes plages de *Titanaugite* violacé, *Olivine*, *Ilménite*, *Sphène*, *Magnétite*. Gros microlites d'*Oligoclase-Andésine* souvent englobés par le *Titanaugite*. Roche de coulée. × 15.

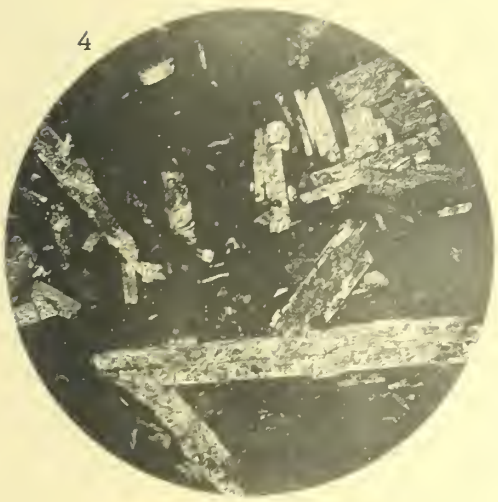
— 11. — Basalte doléritique entre Ta-tzeu et Chou-kou.
Grandes plages de *Titanaugite* violacé ; *Olivine* en grains arrondis ; Plagioclase en grands phénocristaux *d'Andésine*, microlites *d'Andésine-Oligoclase*, *Titanaugite*, *Olivine*, *Magnétite*, *Ilménite*. × 15.

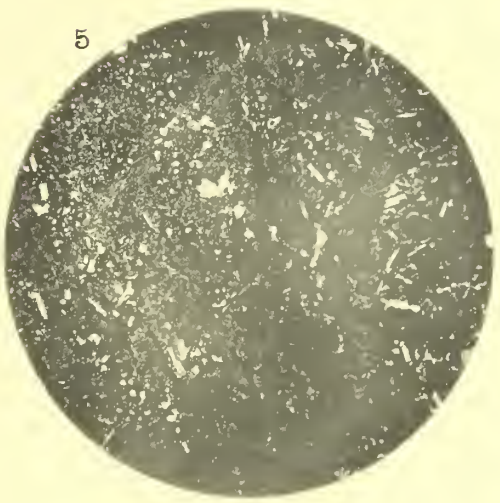
— 12. — Tuf de labradorite. Dans les grès moscoviens de Tien-chann. × 15.

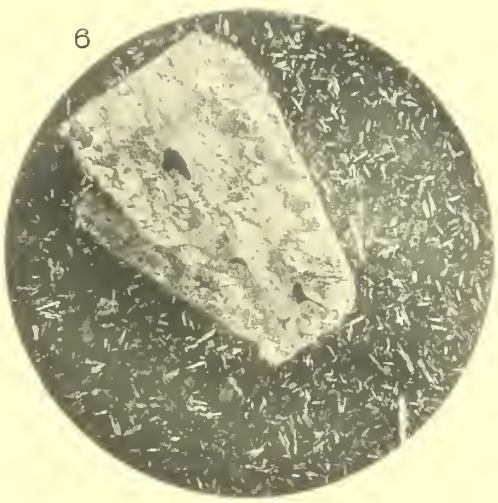
1


2


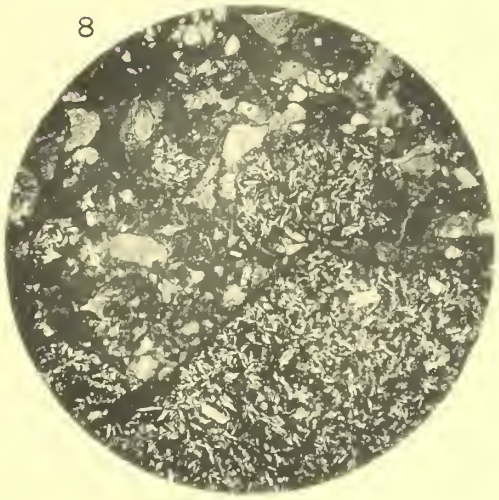
3


4


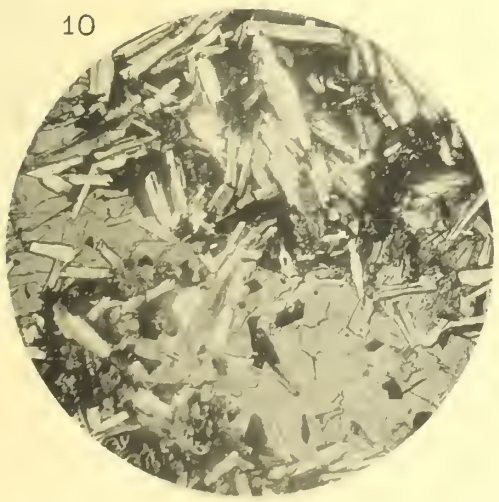
5


6


7

8


9

10


11

12

Clichés J. Deprat. Photocollogr. Mémin, Arcueil (Seine).

MÉMOIRES DU SERVICE GÉOLOGIQUE DE L'INDOCHINE

VOLUME I

FASCICULE I

ÉTUDE GÉOLOGIQUE DU YUN-NAN ORIENTAL

PAR

J. DEPRAT et H. MANSUY

Géologues du Service Géologique de l'Indochine

Ire PARTIE

GÉOLOGIE GÉNÉRALE

PAR

J. DEPRAT

DOCTEUR ÈS-SCIENCES

GÉOLOGUE PRINCIPAL DU SERVICE GÉOLOGIQUE DE L'INDOCHINE

HANOI HAIPHONG

Imprimerie d'Extrême-Orient

—

1912

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 059597093